LES DÉRÈGLEMENTS IRRÉVERSIBLES DU CLIMAT ET DE LA NATURE

Michaël Bégin

© Les dérèglements irréversibles du climat et de la nature
6 janvier 2025

Michaël Bégin
E-mail
psydrmic@gmail.com

Site internet

https://www.unesante.com
https://guerir.unesante.com
https://climat.unesante.com
https://tv.unesante.com
https://blog.unesante.com
https://nouvelle.unesante.com
https://signedevie.unesante.com
https://sos.unesante.com
https://sudoku.unesante.com
https://petrole.unesante.com
https://ecriture.unesante.com



Concepteur de l'encyclopédie médicale Unesante.com
Administrateur, auteur et vulgarisateur médical

Ce livre a été créer avec des logiciels libres:

LibreOffice, Debian 12, Liberation serif (Police d'écriture)

À ma famille,

À tous ceux qui, avec lucidité et courage, sont conscients des enjeux cruciaux liés aux réserves limitées de pétrole,

À ceux qui comprennent l'urgence de lutter contre le réchauffement climatique,

Et à ceux qui ressentent la profonde tristesse de la perte irréparable de la diversité de la faune en déclin,

Puissions-nous, ensemble, agir pour un avenir plus respectueux de notre planète et des générations à venir.

Table des matières

Introduction

Le pétrole, ressource précieuse et limitée, a joué un rôle central dans l’essor de l’économie mondiale depuis plus d’un siècle. Pourtant, son exploitation et sa consommation effrénées ont des conséquences alarmantes sur notre planète. Tandis que les réserves récupérables s’amenuisent inexorablement, nous sommes confrontés à une double urgence : gérer cette raréfaction tout en luttant contre les effets dévastateurs du réchauffement climatique.

Les chiffres parlent d'eux-mêmes. Les réserves actuelles, bien que conséquentes, ne suffiront pas à maintenir un modèle de développement basé sur des énergies fossiles. Parallèlement, les émissions de gaz à effet de serre liées à leur combustion contribuent à une crise climatique sans précédent, amplifiant les catastrophes naturelles, perturbant les écosystèmes et menaçant les conditions de vie de millions d'espèces, y compris la nôtre.

Ce document s’adresse à celles et ceux qui souhaitent comprendre ces enjeux complexes. Il explore la situation actuelle des réserves pétrolières mondiales, les défis posés par leur diminution et les impacts environnementaux qui en découlent. Plus qu’un simple état des lieux, il se veut un appel à la prise de conscience et à l’action pour construire un avenir où l’énergie sera plus propre, où la biodiversité sera protégée, et où l’équilibre fragile de notre planète sera préservé.

Le contexte historique du climat

Le début du 20e siècle : Les prémices de la compréhension scientifique

Au début du 20e siècle, le changement climatique n'était pas encore une préoccupation majeure. Cependant, les bases scientifiques expliquant le rôle des gaz à effet de serre avaient déjà été posées.

En 1896, le scientifique suédois **Svante Arrhenius** publia une étude démontrant que l'augmentation des concentrations de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère pouvait provoquer un réchauffement global.

Cette hypothèse, bien que novatrice, resta largement ignorée, car le changement climatique était alors perçu comme un phénomène naturel lié aux cycles glaciaires.

Dans les années 1930, le climatologue britannique **Guy Callendar** poursuivit ces travaux en établissant un lien entre les émissions humaines de CO_2 dues à la combustion de combustibles fossiles et l'augmentation des températures globales.

Bien que ses travaux aient suscité un certain intérêt, la communauté scientifique restait sceptique, car les impacts des activités humaines sur le climat semblaient insignifiants à l'époque.

Les années 1950-1970 : L’émergence des premières préoccupations

Les progrès technologiques et scientifiques de l’après-guerre permirent des mesures atmosphériques plus précises. En 1958, le scientifique américain **Charles David Keeling** commença à enregistrer les concentrations de CO_2 à l’observatoire de Mauna Loa, à Hawaï.

Les données, connues sous le nom de "courbe de Keeling", démontrèrent une augmentation constante des niveaux de CO_2, confirmant l’impact anthropique sur l’atmosphère.

Au cours des années 1960, des chercheurs commencèrent à s’inquiéter des conséquences à long terme de cette augmentation. En 1965, un rapport présenté au président américain Lyndon B. Johnson avertit que les émissions de gaz à effet de serre pourraient perturber le climat.

Cependant, ces préoccupations restèrent confinées au monde scientifique et ne suscitaient pas encore l’attention du grand public ou des décideurs politiques.

Les années 1970-1980 : La montée de l’attention médiatique et politique

Dans les années 1970, la perception du changement climatique évolua avec l’émergence des préoccupations environnementales.

La publication de **"The Limits to Growth"** par le Club de Rome en 1972 souligna les dangers de la croissance économique incontrôlée, y compris ses impacts sur l’environnement. En parallèle, le premier Sommet de la Terre des Nations unies, tenu à Stockholm en 1972, aborda la nécessité de protéger l’environnement global.

La décennie suivante vit un tournant décisif. En 1988, la création du **Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)** par l’Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations unies pour l’environnement (PNUE) permit de centraliser les recherches sur le climat et de fournir des évaluations régulières des connaissances scientifiques.

Le premier rapport du GIEC, publié en 1990, confirma que le réchauffement climatique était réel et que les activités humaines en étaient responsables.

Les années 1990-2000 : Une prise de conscience internationale

Les années 1990 marquèrent l’entrée du changement climatique dans l’arène politique mondiale.

En 1992, le **Sommet de la Terre de Rio de Janeiro** adopta la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), un cadre pour coordonner les actions internationales visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

En 1997, le **Protocole de Kyoto** constitua le premier accord international contraignant pour réduire les émissions. Bien que salué comme une avancée majeure, il fut critiqué pour son manque d'engagements des grandes économies émergentes et son retrait ultérieur par des pays comme les États-Unis.

Durant cette période, les preuves scientifiques s'accumulaient. Les données satellitaires, les modèles climatiques et les reconstructions paléoclimatiques renforçaient la compréhension des impacts humains sur le climat.

Les années 2000 à aujourd'hui : Une urgence mondiale

Le début des années 2000 fut marqué par des phénomènes climatiques extrêmes de plus en plus fréquents (ouragans, sécheresses, inondations) qui attirèrent l'attention du public.

Les rapports successifs du GIEC, notamment celui de 2007, établirent avec un degré de certitude élevé que l'activité humaine était responsable de la majorité du réchauffement climatique observé depuis le milieu du 20e siècle.

L'Accord de Paris de 2015 représenta une étape majeure, avec un engagement collectif de limiter le réchauffement climatique à **2 °C** au-dessus des niveaux préindustriels, tout en visant un objectif plus ambitieux de **1,5 °C**.

Cet accord universel marqua une reconnaissance sans précédent de l'urgence climatique, bien que des lacunes subsistent dans sa mise en œuvre.

Dans les années 2020, les mobilisations citoyennes et les mouvements comme **Fridays for Future**, initié par Greta Thunberg, intensifièrent la pression sur les gouvernements et les entreprises pour adopter des politiques climatiques ambitieuses.

Les rapports du GIEC continuent de souligner l'urgence d'agir, tandis que les impacts du réchauffement, tels que la fonte des glaciers, l'acidification des océans et la perte de biodiversité, deviennent de plus en plus visibles.

Le défi du siècle

L'évolution de la perception du changement climatique depuis le début du 20e siècle reflète une lente transition : d'une hypothèse scientifique marginale à une urgence mondiale reconnue.

Si les efforts politiques et les avancées scientifiques ont permis de mieux comprendre et de mieux répondre au défi climatique, l'histoire montre également les défis liés à l'inertie politique et sociale.

La lutte contre le changement climatique reste une course contre la montre, nécessitant une mobilisation sans précédent des gouvernements, des entreprises et des citoyens.

La production et la consommation de pétrole en 2025

La croissance de la demande mondiale de pétrole

La croissance de la demande mondiale de pétrole devrait passer de 840 000 barils par jour en 2024 à 1,1 million de barils par jour en 2025, portant la consommation totale à 103,9 millions de barils par jour en 2025.

Les augmentations au cours de ces deux années seront dominées par les matières premières utilisées dans la pétrochimie, tandis que la demande en carburants pour le transport restera limitée par les progrès comportementaux et technologiques.

Bien que la croissance de la demande des pays hors OCDE, notamment en Chine, ait considérablement ralenti, l'Asie émergente continuera de mener les gains en 2024 et 2025.

Évolution de l'offre mondiale de pétrole

L'offre mondiale de pétrole a augmenté de 130 000 barils par jour en novembre 2024(par rapport au mois précédent), atteignant 103,4 millions de barils par jour, soit une hausse de 230 000 barils par jour par rapport à l'année précédente.

Cette augmentation est due à la reprise continue de la production en Libye et au Kazakhstan. En 2025, l'offre totale de pétrole devrait augmenter de 1,9 million de barils par jour pour atteindre 104,8 millions de barils par jour, même sans un relâchement des réductions de production de l'OPEP+.

La production hors OPEP+ devrait augmenter d'environ 1,5 million de barils par jour chaque année, principalement aux États-Unis, au Brésil, en Guyane, au Canada et en Argentine.

Activités des raffineries

Les activités des raffineries atteindront un pic annuel de 84,3 millions de barils par jour en décembre, soit près de 3 millions de barils par jour de plus qu’en octobre, où les opérations avaient été limitées par la maintenance et des réductions économiques.

Les traitements moyens de brut atteindront 82,7 millions de barils par jour en 2024 et 83,3 millions de barils par jour en 2025, avec des augmentations respectives de 520 000 barils par jour et 620 000 barils par jour.

En novembre, les marges de raffinage se sont améliorées en Asie grâce à une hausse des marges sur les distillats moyens, mais des valeurs plus faibles pour l'essence et le naphta ont atténué ces gains dans le bassin de l'Atlantique.

L’état des stocks mondiaux de pétrole

Les stocks mondiaux observés de pétrole ont diminué de 39,3 millions de barils en octobre, en grande partie en raison d'une baisse exceptionnelle des produits pétroliers (-82,3 millions de barils), causée par une activité de raffinage réduite et une hausse de la demande mondiale de pétrole.

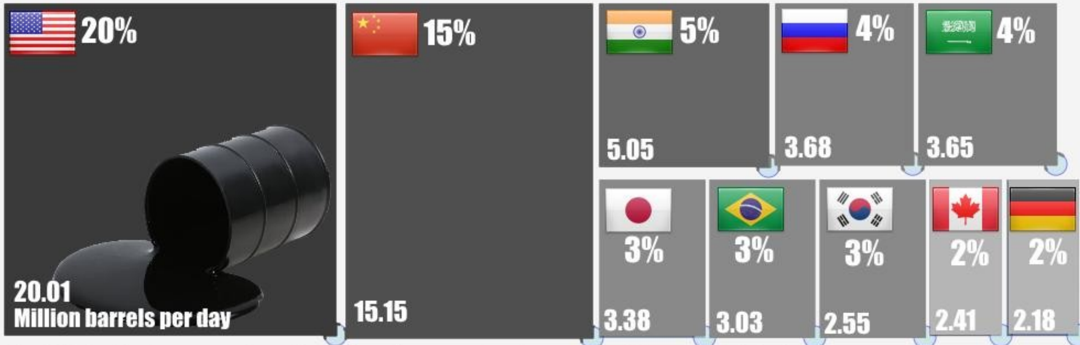
Les stocks industriels de l'OCDE ont baissé de 30,9 millions de barils, atteignant 2 778 millions de barils, soit 91,6 millions de barils en dessous de la moyenne sur cinq ans.

Les données préliminaires pour novembre 2024 montrent un rebond des stocks mondiaux, principalement porté par le pétrole en transit et le brut hors OCDE.

Évolution des prix du pétrole

Les prix des contrats à terme pour le Brent ont peu évolué en novembre, se maintenant autour de 73 dollars par baril, oscillant dans une fourchette étroite de 5 dollars par baril entre les préoccupations liées à la sécurité de l'approvisionnement et au ralentissement de la croissance de la demande.

La volatilité a chuté à son plus bas niveau en six mois, avec un mouvement moyen quotidien de 0,87 dollar par baril pour les contrats à terme Brent à un mois.


The Top 10 Oil Consumers
and Share of Total World Oil Consumption in 2022
20%
20.01
Million barrels per day
15%
15.15
5%
5.05
4%
3.68
4%
3.65
3%
3.38
3%
3.03
3%
2.55
2%
2.41
2%
2.18
* Oil includes crude oil, all other petroleum liquids, and biofuels.
Source: EIA
@WolfcharaWS

Réserves mondiales de pétrole

Selon les dernières recherches de Rystad Energy, les réserves mondiales de pétrole récupérables se maintiennent à environ 1 536 milliards de barils en 2024, et à environ 1500 milliards de barils pour début 2025, soit une diminution de 52 milliards de barils par rapport à leur analyse de 2023.
Rystad Energy

Baisse des réserves mondiales de pétrole récupérables en 2024

Cette baisse annuelle est attribuée à une production de 30 milliards de barils et à des ajustements à la baisse de 22 milliards de barils, principalement dus à des réévaluations des ressources contingentes dans les découvertes.

Changements régionaux significatifs

Les révisions les plus significatives concernent l'Arabie saoudite, où les priorités de développement ont évolué, passant de l'expansion des capacités offshore au forage de remplissage onshore.

En revanche, l'Argentine est le seul pays à enregistrer une augmentation notable en 2024, avec un gain de 4 milliards de barils grâce à la réduction des risques des projets de schiste dans la formation de Vaca Muerta.

Demande pétrolière et transition énergétique

Ces 1 536 milliards de barils représentent le maximum de pétrole pouvant être produit au cours des 100 prochaines années ou plus.

Cependant, ce plafond n'est réaliste et économique que si la demande pétrolière n'est pas affectée par la transition énergétique, ce qui impliquerait des prix du pétrole bien supérieurs à 100 $ le baril.

Dans ce scénario hypothétique, la production pétrolière mondiale culminerait vers 2035 à 120 millions de barils par jour (mbj), puis déclinerait rapidement à 85 mbj en 2050.

Diminution des ressources depuis 2019

Depuis 2019, les estimations des ressources pétrolières récupérables ont diminué de 700 milliards de barils en raison de la réduction des activités d'exploration.

Cette baisse s'explique par les craintes des investisseurs que de nouvelles découvertes deviennent des actifs échoués en raison de l'électrification croissante des véhicules et de la baisse anticipée de la demande de pétrole et des prix du brut.

Selon Per Magnus Nysveen, responsable de l'analyse chez Rystad Energy, les réserves pétrolières restantes sont insuffisantes pour répondre à la demande sans une transition rapide vers les véhicules électriques.

Il souligne que tenter de limiter l'offre de pétrole aurait peu d'effet sur le réchauffement climatique. La seule solution viable pour maintenir l'augmentation des températures mondiales en dessous de 2,0 degrés Celsius est une électrification rapide du transport routier.

Répartition des réserves pétrolières mondiales

Les données de Rystad Energy indiquent que les membres de l'OPEP détiennent 657 milliards de barils de pétrole récupérable, soit environ 40 % du total mondial, bien en deçà des réserves officiellement rapportées de 1 215 milliards de barils.

Ces chiffres officiels, rapportés par les États membres de l'OPEP dans le BP Statistical Review 2022, pourraient être gonflés et surestimés de près du double.

La surévaluation provient principalement du Venezuela, de l'Iran, de la Libye et du Koweït, tandis que le Canada est le seul pays de l'OCDE à apparemment surestimer ses réserves pétrolières, la plupart des ressources en sables bitumineux restant inexploitées en raison des coûts de développement élevés.

Classement des pays ayant les plus grandes réserves récupérables

Les cinq pays possédant le plus de pétrole récupérable restent inchangés par rapport à 2023. L'Arabie saoudite est en tête avec 247 milliards de barils, suivie des États-Unis avec 156 milliards de barils.

La Russie dispose de 143 milliards de barils, le Canada de 122 milliards de barils et l'Irak de 105 milliards de barils. Les pays d'Amérique latine, tels que le Brésil, le Mexique, l'Argentine, le Guyana et le Venezuela, ont maintenu des niveaux relativement stables ou ont connu une croissance marginale.

Impact climatique de la consommation de pétrole

Les réserves restantes suggèrent qu'au maximum, la consommation de pétrole pourrait contribuer à une augmentation supplémentaire de 0,2 degré du réchauffement climatique, avec une marge d'erreur de 30 % en raison des incertitudes dans la modélisation des budgets carbone.

Ce calcul suppose qu'un baril de pétrole émet 400 kg de dioxyde de carbone (CO2), que 85 % du pétrole est brûlé et que l'émission de 222 gigatonnes de CO2 entraîne une augmentation de 0,1 °C (selon le GIEC AR6 SPM D.1.1 : "la meilleure estimation du TCRE est de 0,45 degré pour 1 000 GtCO2"). Les émissions de méthane ne sont pas prises en compte.

Réserves prouvées et perspectives

Dans une perspective plus réaliste, la production pétrolière mondiale atteindrait un pic en 2030 à 108 mbj, puis déclinerait à 55 mbj en 2050, avec des prix du pétrole autour de 50 $ le baril en termes réels.

Dans ce scénario, environ un tiers du pétrole récupérable mondial, soit 500 milliards de barils, deviendrait inexploitable en raison de développements non rentables. Un tel scénario de transition énergétique réaliste limiterait le réchauffement climatique à 1,9 degré.

Rystad Energy rapporte également des réserves prouvées de pétrole à 449 milliards de barils, selon des normes reconnues.

Cela représente une limite inférieure pour les réserves pétrolières restantes si aucun nouveau projet de développement n'était approuvé et si toutes les activités d'exploration cessaient.

Cette révision à la hausse par rapport à 2023 est principalement due à l'augmentation du forage de remplissage onshore en Arabie saoudite.

Cette recherche actualisée de Rystad Energy est datée du 1er janvier 2024, illustrant l'état des ressources récupérables restantes de chaque pays au début de cette année.



	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
2PCX (Bbbl)	2,210	2,185	1,903	1,725	1,572	1,588	1,536
2PC	1,229	1,200	1,240	1,245	1,218	1,273	1,224
2P	681	663	656	568	548	579	738
1P	388	386	373	309	298	315	449
Crude Oil (Mb/d) RH	83.6	83.2	77.0	78.1	81.6	82.4	82.6
Liquids (Mb/d) RHS	100.7	101.1	94.5	96.0	100.5	101.9	102.5
Production (Bb/y)	(30)	(31)	(29)	(29)	(30)	(30)	(30)

Source: Rystad Energy Upstream Solution, July 2024
A Rystad Energy graphic



Essence, diesel, kérosène, mazout, GPL (gaz de pétrole liquéfié), plastiques (polyéthylène, polypropylène, PVC, etc.), résines synthétiques, fibres synthétiques (nylon, polyester, acrylique), caoutchouc synthétique, produits pharmaceutiques, équipements médicaux (seringues, gants, poches de sang, tubes), cosmétiques (vaseline, baumes à lèvres, crèmes hydratantes, rouges à lèvres, parfums), shampoings, conditionneurs, détergents, savons liquides, asphalte, matériaux d'isolation, tuyaux en PVC, peintures, cires, composants électroniques, câbles isolants, CDs, DVDs, disques Blu-ray, tissus synthétiques (polyester, nylon, acrylique), garnitures de meubles, tapis, engrais, pesticides, herbicides, encre d'imprimerie, cires industrielles, goudron.

Le rôle des gaz à effet de serre et les cycles climatiques naturels et anthropiques

Le climat terrestre est le résultat de nombreux processus physiques et chimiques qui interagissent sur de longues périodes. Parmi ces mécanismes, l’effet de serre joue un rôle fondamental en régulant la température de notre planète.

Toutefois, l’activité humaine a perturbé cet équilibre naturel, entraînant des modifications climatiques importantes. Ce texte explore les bases scientifiques de l’effet de serre, le rôle des gaz à effet de serre (GES) et les cycles climatiques naturels et anthropiques.

L’effet de serre : mécanisme naturel

L’effet de serre est un processus naturel qui permet à la Terre de maintenir une température compatible avec la vie. Sans cet effet, la température moyenne de la Terre serait d’environ **-18 °C**, contre **+15 °C** aujourd’hui.

Le fonctionnement de l’effet de serre

1. **Absorption du rayonnement solaire** :
   Environ 70 % du rayonnement solaire atteint la surface terrestre, où il est absorbé par les océans, les sols et la végétation. Cela réchauffe la surface, qui émet alors un rayonnement infrarouge vers l’atmosphère.

2. **Interaction avec les gaz à effet de serre (GES)** :
   Les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère (principalement la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone [CO_2], le méthane [CH_4], le protoxyde d'azote [N_2O] et l'ozone [O_3]) absorbent une partie de ce rayonnement infrarouge. Ils réémettent cette énergie dans toutes les directions, y compris vers la surface terrestre, ce qui entraîne un réchauffement supplémentaire.
3. **Équilibre énergétique** :
   L'effet de serre naturel maintient un équilibre énergétique entre l'énergie entrante (rayonnement solaire) et l'énergie sortante (rayonnement infrarouge).

Gaz à effet de serre naturels

- **Vapeur d'eau (H_2O)** : Principal gaz à effet de serre, responsable de la majorité de l'effet de serre naturel.
- **Dioxyde de carbone (CO_2)** : Libéré par la respiration, les feux de forêt, les volcans et absorbé par les océans et la photosynthèse.
- **Méthane (CH_4)** : Produit par la décomposition de matière organique dans les marais et par les ruminants.

Rôle des gaz à effet de serre anthropiques

Depuis le début de l'ère industrielle, les concentrations de gaz à effet de serre ont considérablement augmenté en raison des

activités humaines. Cela a renforcé l’effet de serre naturel, provoquant un réchauffement climatique global.

Sources principales des GES anthropiques

1. **Dioxyde de carbone (CO_2)** :
    - Provenant de la combustion des combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel).
    - Déforestation, qui réduit la capacité des forêts à absorber le CO_2.
    - Activités industrielles comme la fabrication de ciment.
2. **Méthane (CH_4)** :
    - Agriculture, notamment la riziculture et l’élevage bovin.
    - Décharges et décomposition des déchets organiques.
    - Extraction et transport des combustibles fossiles.
3. **Protoxyde d’azote (N_2O)** :
    - Utilisation d’engrais agricoles riches en azote.
    - Activités industrielles et combustion de biomasse.
4. **Gaz fluorés (HFC, PFC, SF_6)** :
    - Produits par l’industrie, utilisés dans les réfrigérants, les aérosols et l’électronique.

Impacts du renforcement de l’effet de serre

- Augmentation de la température moyenne globale.
- Fonte des glaciers et élévation du niveau des mers.
- Modification des régimes climatiques (sécheresses, tempêtes, vagues de chaleur).
- Acidification des océans due à l’absorption accrue de CO_2.

Cycles climatiques naturels

Le climat de la Terre varie naturellement sur des échelles de temps allant de décennies à des millions d’années, en raison de processus internes et externes.

Facteurs naturels influençant le climat

1. **Cycles de Milankovitch** :
   Ces cycles astronomiques, décrits par le scientifique serbe Milutin Milankovitch, influencent la quantité d’énergie solaire reçue par la Terre :

   - **Excentricité** : Variation de l’orbite terrestre (période de 100 000 ans).
   - **Obliquité** : Variation de l’inclinaison de l’axe terrestre (période de 41 000 ans).
   - **Précession** : Mouvement de l’axe de rotation terrestre (période de 26 000 ans).
2. **Activité solaire** :

- Les cycles solaires de 11 ans influencent la quantité de rayonnement solaire.
- Les périodes prolongées de faible activité solaire, comme le minimum de Maunder (1645-1715), ont entraîné des refroidissements climatiques.

3. **Éruptions volcaniques** :

   - Les volcans libèrent des aérosols (soufre) dans l'atmosphère, qui réfléchissent la lumière solaire et refroidissent temporairement la planète. Par exemple, l'éruption du mont Tambora en 1815 provoqua l'« année sans été » en 1816.

4. **Courants océaniques** :

   - Les oscillations océaniques, telles que l'ENSO (El Niño – Oscillation australe), influencent les températures et les précipitations à l'échelle mondiale.

Cycles climatiques anthropiques

Avec l'industrialisation, l'homme est devenu un acteur majeur dans la modification des cycles climatiques :

- **Perturbation du cycle du carbone** : Les activités humaines libèrent du CO_2 bien plus rapidement que les processus naturels ne peuvent l'absorber.

- **Modifications des albédo** : Le défrichement et l'urbanisation modifient la réflexion de la lumière solaire.
- **Pollution atmosphérique** : Les aérosols anthropiques ont un effet refroidissant partiel, compensant temporairement une partie du réchauffement.

Projections futures

Les scénarios climatiques établis par le GIEC montrent que si les émissions de GES continuent à augmenter, le réchauffement pourrait dépasser **2 °C** d'ici 2100, entraînant des impacts catastrophiques sur les écosystèmes et les sociétés humaines.

L'effet de serre, bien qu'essentiel à la vie sur Terre, est devenu un moteur de réchauffement climatique en raison des activités humaines. Comprendre les cycles climatiques naturels et anthropiques est crucial pour élaborer des stratégies d'atténuation et d'adaptation. Les avancées scientifiques nous permettent aujourd'hui de quantifier ces impacts et de prévoir l'évolution du climat, mais l'action reste indispensable pour préserver l'équilibre climatique.

Émissions de dioxyde de carbone

Depuis le début de l'ère industrielle, la combustion des énergies fossiles, principalement le pétrole, le charbon et le gaz naturel, a considérablement augmenté les émissions de dioxyde de carbone (CO_2) dans l'atmosphère.

Ces émissions sont le principal moteur du changement climatique, perturbant les équilibres naturels à l'échelle planétaire.

En 2019, les émissions mondiales de CO_2, hors utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF), ont atteint 38,0 milliards de tonnes, soit une multiplication par 2,4 depuis 1970.

Ces émissions proviennent à 39 % de la combustion de charbon, 30 % du pétrole et 19 % du gaz naturel.

Les effets directs de ces émissions se traduisent par une augmentation des températures moyennes mondiales, une fonte accélérée des glaciers, une élévation du niveau des mers et des perturbations météorologiques extrêmes.

Production croissante mondiale de pétrole

La production mondiale de pétrole a connu une croissance constante depuis plusieurs décennies.

Par exemple, en 1990, la production de pétrole brut était de 135 717 milliers de barils par jour, augmentant à 187 098

milliers de barils par jour en 2016, soit une hausse de 1,1 % par rapport à l'année précédente.

Cette augmentation est le reflet de la dépendance croissante de l'économie mondiale au pétrole, non seulement pour les carburants de transport, mais aussi pour les matières premières nécessaires à la pétrochimie, comme les plastiques.

Les pays producteurs tels que les États-Unis, l'Arabie Saoudite et la Russie restent les leaders de cette production, bien que de nouveaux acteurs comme le Brésil et la Guyane gagnent en importance.

L’augmentation de la consommation

L'augmentation de la consommation d'énergies fossiles a entraîné une hausse proportionnelle des émissions de gaz à effet de serre, contribuant au changement climatique.

En France, les émissions de CO_2 dues à la combustion d'énergie représentaient 4,1 tonnes par habitant en 2022, soit une baisse par rapport aux décennies précédentes, grâce aux efforts de transition énergétique.

Cependant, ces progrès ne compensent pas les hausses des émissions dans les pays en développement où la demande en énergie continue de croître rapidement pour soutenir les besoins industriels et urbains.

La production d’électricité

Il est important de noter que la production d'électricité reste un des principaux contributeurs aux émissions mondiales de CO_2.

En 2022, elle représentait environ 40 % des émissions globales, avec 73 % de ces émissions issues de la combustion de charbon.

Dans des pays comme la Chine et l'Inde, le charbon reste la principale source d'énergie pour alimenter les réseaux électriques en pleine expansion.

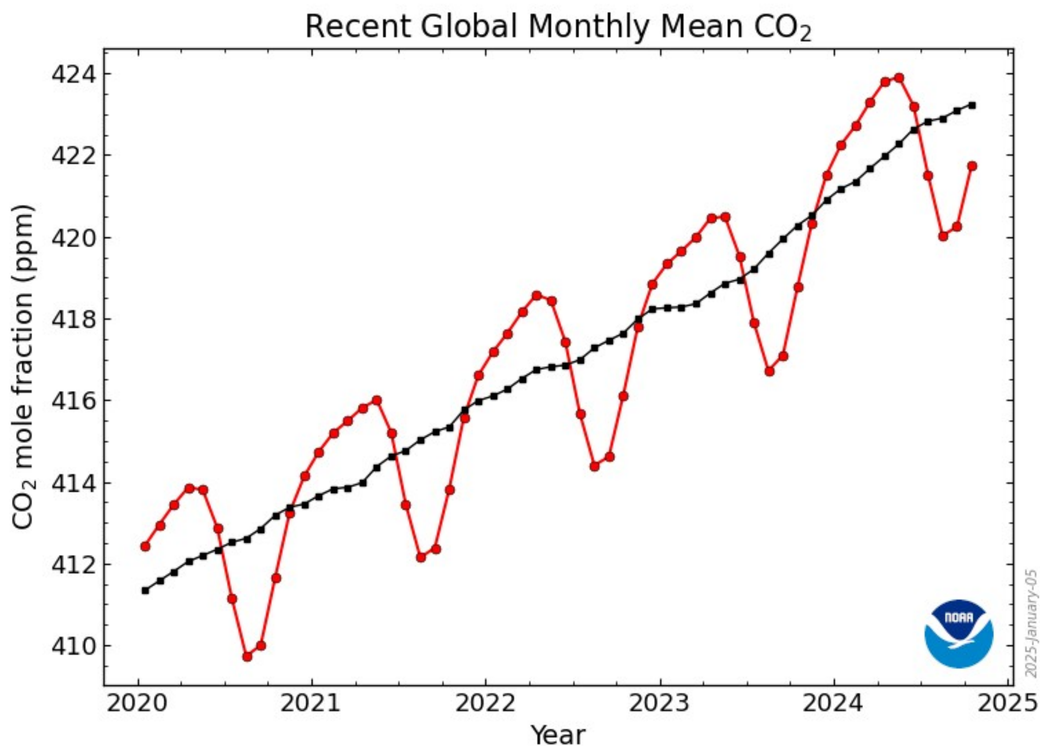
En revanche, les pays européens et nord-américains augmentent leur part d'énergie renouvelable dans leur mix énergétique, bien que cela ne suffise pas encore à compenser les émissions globales.

Perspectives pour l'avenir

Ces données mettent en évidence l'impact significatif de la consommation d'énergies fossiles sur les émissions de CO_2 et soulignent l'urgence de la transition vers des sources d'énergie plus durables, telles que le solaire, l'éolien et l'hydrogène vert.

Le développement de technologies de capture et de stockage du carbone (CCS) ainsi que l'adoption de politiques climatiques ambitieuses à l'échelle mondiale seront indispensables pour limiter l'augmentation des températures mondiales à 1,5 °C, comme prévu par l'Accord de Paris.

La lutte contre les dérèglements climatiques ne pourra être efficace qu'en combinant des actions individuelles, des innovations technologiques et des engagements politiques globaux.



Répartition des émissions de gaz à effet de serre

Activités

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont à l'origine du réchauffement climatique mondial. Ces émissions proviennent principalement des activités humaines telles que la production d'énergie, l'industrie, les transports, l'agriculture et les changements d'affectation des terres.

Voici la répartition des émissions mondiales de GES en fonction des types d'activités et identifie les pays qui émettent le plus de dioxyde de carbone (CO_2), le principal gaz à effet de serre d'origine anthropique.

Répartition des émissions par type d'activités

Selon les données du **GIEC (2021)** et de la base de données de l'**Agence Internationale de l'Énergie (AIE)**, les émissions mondiales de gaz à effet de serre proviennent des secteurs suivants :

Production d'énergie (environ 73 % des émissions de GES)

La production et la consommation d'énergie, incluant l'électricité et la chaleur, sont les principales sources d'émissions de GES.

- **Combustion de combustibles fossiles** : Charbon, pétrole et gaz naturel utilisés pour la production d'électricité et de chaleur.
    - Part du secteur : 42 % des émissions mondiales.
- **Gaz fugitifs** : Émissions provenant des fuites dans l'extraction et le transport des hydrocarbures.
    - Part du secteur : 5 %.

Secteur industriel (24 % des émissions de GES)

L'industrie lourde contribue largement aux émissions en raison des processus de transformation et de l'énergie utilisée.

- **Fabrication de ciment** : Responsable de 7 % des émissions globales en raison des réactions chimiques libérant du CO_2 lors de la calcination du calcaire.
- **Industries métallurgiques** : Production d'acier et d'aluminium nécessitant des combustibles fossiles.
- **Chimie** : Émissions provenant de la production de plastiques, d'engrais et autres produits chimiques.

Transports (16 % des émissions de GES)

Le secteur des transports comprend :

- **Transports routiers** : Véhicules particuliers et poids lourds utilisant des carburants fossiles.
    - Part : 11 %.
- **Aviation** : 2 %.
- **Transport maritime** : 2 %.

Agriculture, foresterie et autres usages des terres (AFOLU) – 18 % des émissions mondiales

L’agriculture et les changements dans l’utilisation des terres contribuent significativement aux émissions, en particulier par :

- **Méthane (CH_4)** : Émis par les ruminants (vaches, moutons), la riziculture et la gestion des déchets organiques.
- **Protoxyde d’azote (N_2O)** : Résultant de l’utilisation intensive d’engrais azotés.
- **Déforestation** : Libération du carbone stocké dans les arbres et les sols.

Résidentiel et commercial (6 % des émissions de GES)

Les bâtiments résidentiels et commerciaux génèrent des émissions principalement en raison de :

- Chauffage et climatisation.
- Consommation d’électricité pour les appareils ménagers.

Déchets (3 % des émissions de GES)

- **Décharges** : Libération de méthane provenant de la décomposition de matière organique.
- **Traitement des eaux usées** : Production de CH_4 et de N_2O lors du traitement des eaux.

Pays Principaux

Répartition géographique des émissions de CO_2

Les émissions de CO_2 sont inégalement réparties dans le monde en raison des différences dans les niveaux de développement économique, de la population et de la dépendance aux combustibles fossiles.

Les principaux émetteurs mondiaux de CO_2

Les données de l'**AIE (2023)** et de la plateforme scientifique **Global Carbon Project** identifient les principaux contributeurs aux émissions de CO_2 :

Chine : 33 % des émissions mondiales (2023)

- Plus grand émetteur mondial depuis 2006.
- Sources principales :
  - Industrie lourde (ciment, acier).
  - Production d'électricité basée sur le charbon.

États-Unis : 13 % des émissions mondiales

- Deuxième émetteur mondial.
- Sources principales :
  - Secteur des transports (véhicules personnels).
  - Production d'énergie à partir de gaz naturel et de charbon.

Inde : 7 % des émissions mondiales

- Troisième émetteur mondial.
- Sources principales :
    - Production d'électricité au charbon.
    - Agriculture (méthane).

Union européenne : 6 % des émissions mondiales

- Sources principales :
    - Secteurs industriels et résidentiels.
    - Transports.

Russie : 5 % des émissions mondiales

- Forte dépendance aux hydrocarbures (pétrole, gaz naturel).
- Gaz fugitifs issus de l'extraction des combustibles fossiles.

Autres pays en développement (40 % des émissions mondiales)

- Comprend le Brésil, l'Indonésie et d'autres pays où la déforestation et l'agriculture jouent un rôle significatif.

Émissions par habitant et responsabilité historique

Émissions par habitant

- Les pays développés ont historiquement des émissions par habitant plus élevées. Par exemple :

    - États-Unis : **14,2 tonnes de CO_2/habitant (2023)**.
    - Chine : **8,2 tonnes de CO_2/habitant**.
    - Inde : **2,1 tonnes de CO_2/habitant**.

Responsabilité historique

- Les pays industrialisés sont responsables d'environ **70 % des émissions cumulées** depuis 1850.
- Les États-Unis, l'Union européenne et la Russie ont contribué à la majorité des émissions historiques, en raison de leur industrialisation précoce.

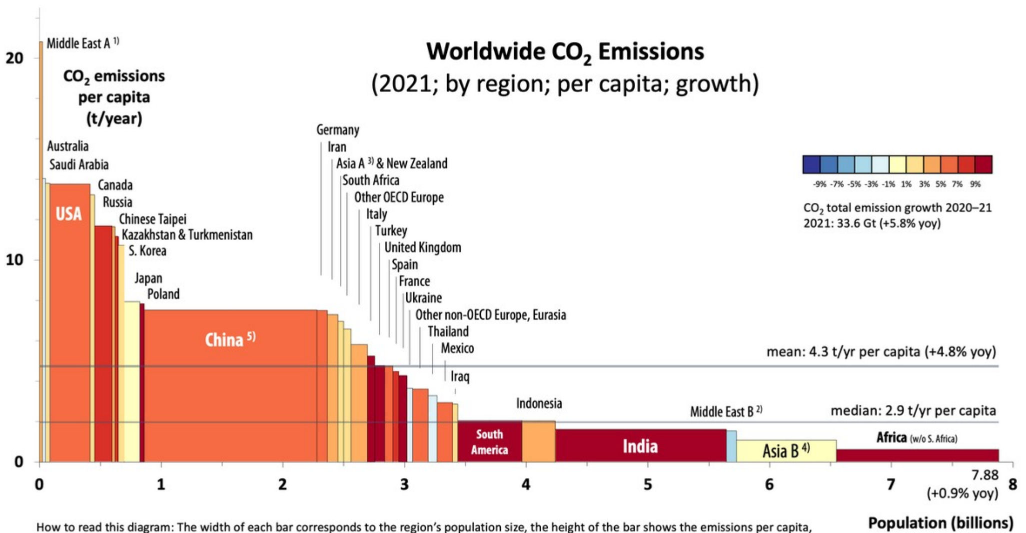
Initiatives pour réduire les émissions

De nombreux pays et industries ont adopté des objectifs pour réduire les émissions :

- **Objectifs de neutralité carbone** :
    - Union européenne : 2050.
    - Chine : 2060.
    - Inde : 2070.
- **Investissements dans les énergies renouvelables** : Éolien, solaire, hydroélectrique.
- **Réduction de la déforestation** : Initiative Amazon Fund au Brésil.
- **Innovation industrielle** : Captage et stockage du carbone (CSC).

La répartition des émissions de gaz à effet de serre illustre les disparités dans la contribution des différents secteurs d’activités et pays au changement climatique.

Si les pays en développement augmentent leurs émissions dans un contexte de croissance économique, les pays développés ont une responsabilité historique majeure. L’urgence climatique exige une action collective, avec une transition énergétique accélérée et des stratégies d’atténuation adaptées aux réalités locales.



Notes:

CO2 emissions from fuel combustion only; no other greenhouse gases or natural sources; aviation and marine bunkers not shown as territory but included in average and totals.

[1] Middle East A: Bahrain, Kuwait, Oman, Qatar, United Arab Emirates
[2] Middle East B: Israel, Jordan, Lebanon, Syrian Arab Republic, Yemen
[3] Asia A: Brunei Darussalam, Malaysia, Mongolia, Singapore
[4] Asia B: Asia without Asia A, China, India, Thailand, Chinese Taipei, Indonesia, S. Korea, Japan
[5] China: People's Rep. of China, Hong Kong

Attribution:

Based on IEA (2023), "Greenhouse gas emissions from energy", www.iea.org/statistics. All rights reserved; as modified by Thomas Schulz, AQAL Capital GmbH.
This map is without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

Version: 17-Sep-2023 by Thomas Schulz, AQAL Capital GmbH, Munich
blog commentary: https://aqalcapital.com/2021-worldwide-co2-emissions



Projections climatiques jusqu'en 2100

Les projections climatiques jusqu'en 2100 offrent un aperçu des trajectoires possibles de notre environnement selon les actions prises ou non pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES).

Basées sur des modélisations complexes et des scénarios socio-économiques, ces projections aident les décideurs et les citoyens à comprendre les conséquences à long terme de leurs choix.

Scénarios d'émissions et trajectoires climatiques

Les projections climatiques reposent sur des scénarios définis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) appelés "RCP" (Representative Concentration Pathways) et "SSP" (Shared Socioeconomic Pathways).

Ces scénarios explorent différents niveaux d'émissions de GES en fonction des politiques, des technologies et des comportements humains :

- **RCP 2.6** : Scénario optimiste, où des mesures strictes permettent de limiter le réchauffement à environ 1,5 à 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle.

- **RCP 4.5 et RCP 6.0** : Scénarios intermédiaires, avec des efforts modérés qui mènent à un réchauffement de 2,1 à 3,5 °C.
- **RCP 8.5** : Scénario pessimiste, marqué par une absence d'action substantielle, entraînant un réchauffement pouvant dépasser 4 °C.

Les "SSP" complètent ces trajectoires en incorporant des éléments socio-économiques tels que la croissance économique, l'équité, l'urbanisation et les politiques climatiques.

Impacts sur les températures mondiales

Selon les modèles, la température moyenne mondiale pourrait augmenter de manière significative d'ici 2100 :

- Dans un scénario RCP 2.6, l'augmentation serait limitée à 1,5 à 2 °C, réduisant les risques pour les écosystèmes et les sociétés humaines.
- Sous RCP 8.5, la température pourrait augmenter de plus de 4 °C, entraînant des changements climatiques drastiques et largement irréversibles.

Cette augmentation aura des conséquences variées : intensification des vagues de chaleur, augmentation des températures nocturnes, et réduction des différences saisonnières.

Conséquences sur le cycle de l’eau et les écosystèmes

- **Précipitations** : Les régions humides deviendront plus humides, tandis que les régions arides feront face à des sécheresses accrues. Les précipitations extrêmes devraient augmenter en fréquence et en intensité.
- **Cryosphère** : La fonte des glaciers et des calottes glaciaires s’accélérera, contribuant à une hausse du niveau des mers estimée entre 0,29 et 1,1 mètres d'ici 2100 selon les scénarios.
- **Océans** : L’acidification des océans et leur réchauffement affecteront les écosystèmes marins, avec des répercussions sur les chaînes alimentaires et la pêche.

Impacts humains et socio-économiques

Les effets du changement climatique toucheront différemment les populations en fonction des régions et des niveaux de développement :

- **Santé** : Hausse des maladies liées à la chaleur, expansion des maladies vectorielles, et augmentation des problèmes de santé mentale.
- **Agriculture** : Réduction des rendements agricoles dans de nombreuses régions tropicales et augmentation des risques d’insécurité alimentaire.

- **Économie** : Les coûts liés aux pertes et dommages augmenteront de manière exponentielle, affectant de manière disproportionnée les pays en développement.

Actions pour limiter les impacts

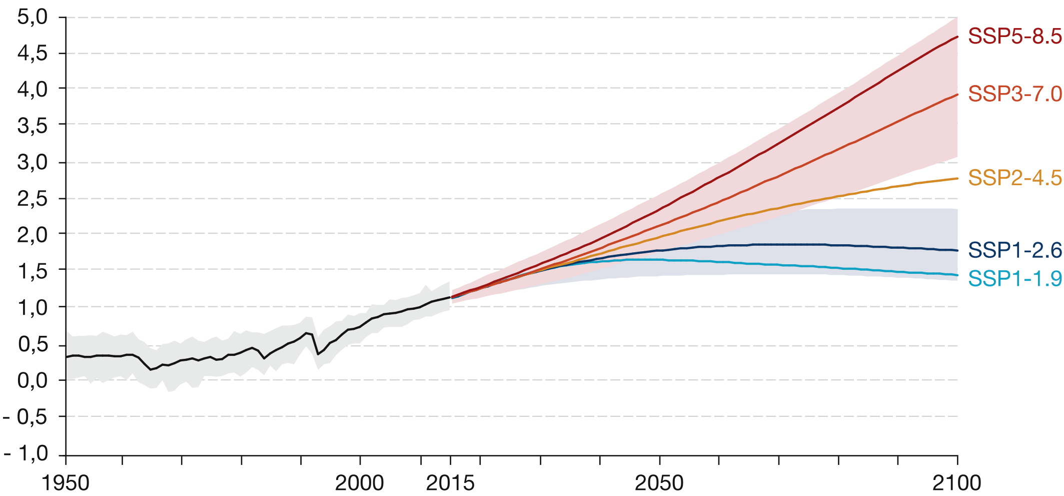
La limitation du réchauffement climatique passe par :

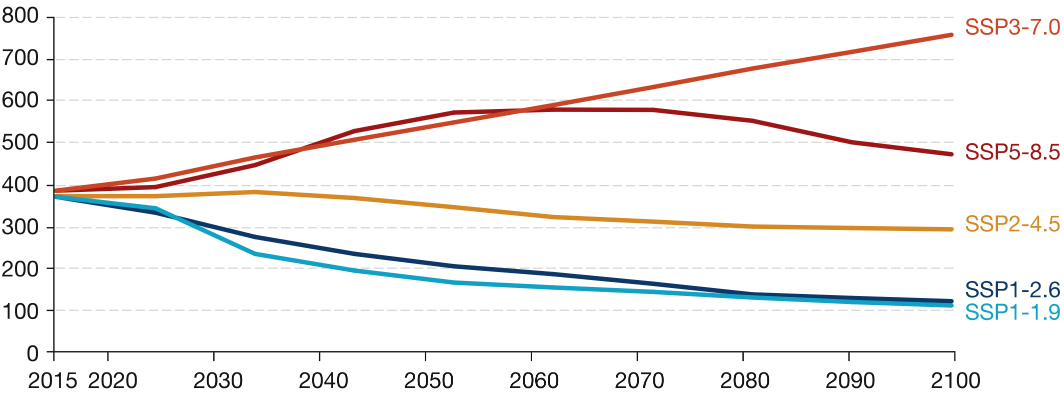
- **Atténuation** : Réduction rapide des émissions de GES par la transition vers des énergies renouvelables, l’électrification des transports et des bâtiments, et une gestion durable des terres.
- **Adaptation** : Mise en place de politiques résilientes pour réduire la vulnérabilité des populations face aux impacts climatiques.

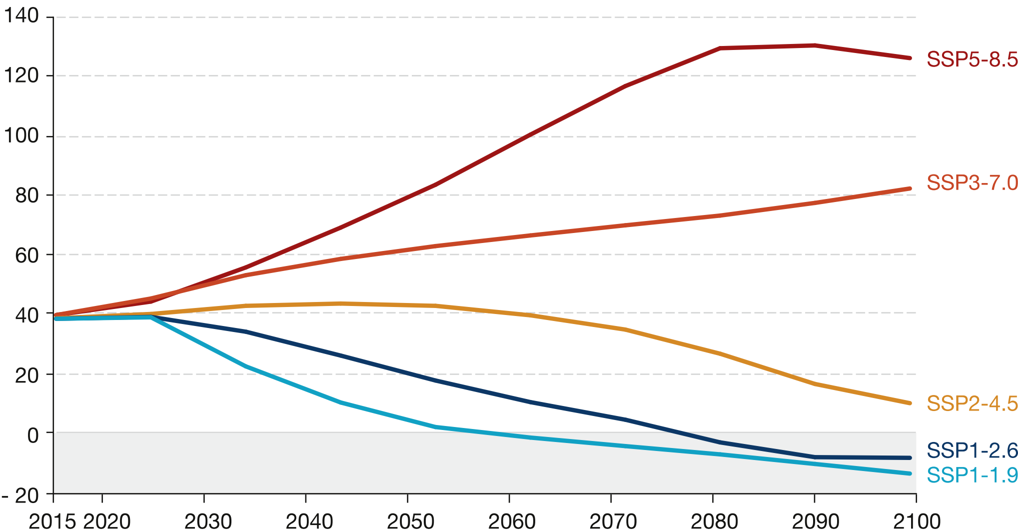
Conclusion

Les projections climatiques jusqu’en 2100 mettent en évidence l'urgence d'agir pour réduire les émissions et augmenter la résilience face aux impacts climatiques.

Les décisions prises aujourd’hui façonneront l'avenir de notre planète et des générations futures.


En °C
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
- 0,5
- 1,0
1950
2000
2015
2050
2100
SSP5-8.5
SSP3-7.0
SSP2-4.5
SSP1-2.6
SSP1-1.9


Méthane, en Mt par an
800
700
600
500
400
300
200
100
0
2015
2020
2030
2040
2050
2060
2070
2080
2090
2100
SSP3-7.0
SSP5-8.5
SSP2-4.5
SSP1-2.6
SSP1-1.9


Dioxyde de carbone, en Gt par an
140
120
100
80
60
40
20
0
- 20
2015 2020
2030
2040
2050
2060
2070
2080
2090
2100
SSP5-8.5
SSP3-7.0
SSP2-4.5
SSP1-2.6
SSP1-1.9

Vers l'enfer climatique : 12 mois à 1,63 °C

Températures record et avertissements de l'ONU

Les 12 derniers mois ont été les plus chauds jamais enregistrés, avec une température moyenne mondiale de **1,63 °C** au-dessus des niveaux préindustriels.

Cette tendance alarmante, confirmée par le service européen Copernicus, a poussé António Guterres, secrétaire général de l'ONU, à alerter sur un potentiel « enfer climatique » si des mesures urgentes ne sont pas prises.

Il exhorte à réduire la production et l’utilisation des combustibles fossiles de **30 % d’ici 2030**.

Le dépassement imminent du seuil de 1,5 °C

Bien que la moyenne sur 12 mois ne marque pas encore le dépassement officiel du seuil de **1,5 °C**, ce dernier est de plus en plus proche.

L'Organisation météorologique mondiale (OMM) estime une probabilité de **80 %** qu'au moins une des cinq prochaines années franchisse temporairement ce seuil.

Le climat mondial s’éloigne rapidement des objectifs de stabilisation fixés par l'Accord de Paris de 2015.

Émissions de CO_2 et dépendance aux Combustibles Fossiles

Malgré les progrès des énergies renouvelables, les combustibles fossiles dominent encore le mix énergétique, représentant plus des trois quarts de l'énergie mondiale.

Les émissions de CO_2 liées à leur combustion ont atteint des niveaux records, compromettant les efforts de réduction nécessaires pour limiter les impacts économiques et environnementaux.

Les catastrophes naturelles de 2024 ont coûté **310 milliards de dollars** à l'échelle mondiale.

Phénomènes naturels et défis climatiques

Le phénomène **El Niño**, combiné au réchauffement anthropique, a amplifié les températures mondiales en 2023-2024.

Par ailleurs, une réduction inquiétante des nuages de basse altitude et de la banquise a contribué à diminuer la réflexion de l'énergie solaire, intensifiant le réchauffement.

Conséquences globales et adaptation

Le réchauffement entraîne des événements climatiques extrêmes, tels que des typhons en Asie et des sécheresses historiques en Afrique australe et en Amazonie. Ces impacts

soulignent l’urgence de réviser les contributions climatiques nationales (NDC) d’ici **février 2035** et d’augmenter les financements pour les pays en développement.

Urgence d'actions décisives

Les projections actuelles dirigent le monde vers un réchauffement « catastrophique » de **2,6 à 3,1 °C** d’ici 2100 si les politiques restent inchangées.

Pour éviter cela, il est impératif d'accélérer la transition énergétique et de réduire drastiquement les émissions de gaz à effet de serre.

Selon le climatologue Robert Vautard, si les températures ne diminuent pas en 2025, des questions fondamentales devront être posées sur les modèles climatiques.

Global surface temperature increase above pre-industrial

12-month running mean anomalies relative to the 1850–1900 average

Data: ERA5 1940–2024 • Credit: C3S/ECMWF

+1.63°C
June 2023 to May 2024

+1.5°C
+1.0°C
+0.5°C
0°C

Pre-industrial reference level

1950
1970
1990
2010
2024


PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION






Les records du climat

Novembre 2023

La Terre a brièvement franchi un seuil critique de réchauffement.

Selon les données d'ERA5, la réanalyse de cinquième génération du climat mondial du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF) couvrant la période de 1940 à aujourd'hui, le 17 novembre 2023 a été le premier jour où la température mondiale a dépassé 2°C au-dessus des niveaux préindustriels.

Les données ERA5 indiquent que la température de l'air à la surface de la Terre, le 17 novembre, a atteint 2,07°C au-dessus de la moyenne préindustrielle, une température moyenne prise entre 1850 et 1900 avant l'utilisation extensive des combustibles fossiles.

De plus, les données provisoires du 18 novembre indiquent une anomalie de température de 2,06°C au-dessus du niveau préindustriel.

Le record ERA5 contient désormais deux jours où les températures mondiales dépassent le niveau préindustriel de plus de 2°C.

Février 2024

La température moyenne mondiale quotidienne a été exceptionnellement élevée pendant la première moitié du mois de février 2024, atteignant 2°C au-dessus des niveaux de 1850-1900 pendant quatre jours consécutifs (du 8 au 11 février).

Les températures en Europe en février 2024 étaient supérieures de 3,30°C à la moyenne de février 1991-2020, avec des températures bien au-dessus de la moyenne observées en Europe centrale et orientale.

Décembre 2024

Le 29 décembre, l'anomalie de la température de surface mondiale a atteint 1,95°C au-dessus de la moyenne de la période 1850-1900.

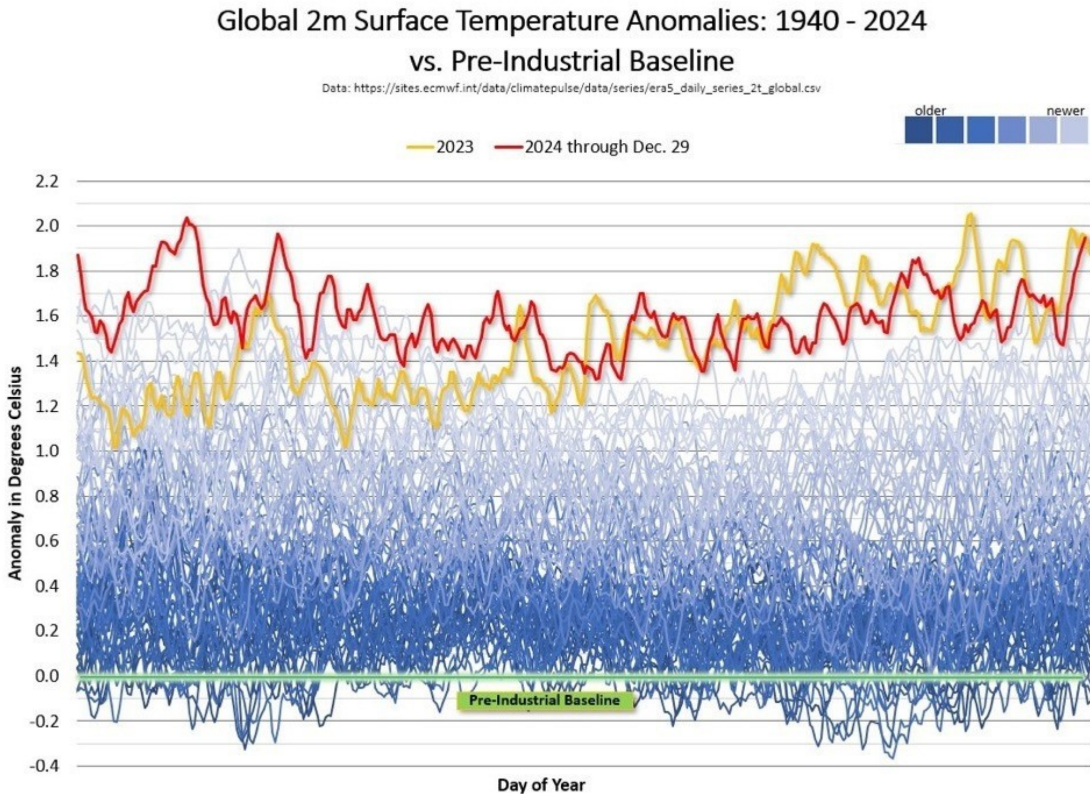
Année 2024

En 2024, la température moyenne mondiale a été de 1,63 °C au-dessus de la moyenne de 1850-1900, selon les données du C3S (Copernicus Climate Change Service)

L'été 2024 a été le plus chaud jamais enregistré en Europe, avec une température moyenne de 1,54 °C au-dessus de la moyenne 1991-2020.

Le sud-est de l'Europe a connu des vagues de chaleur substantielles, avec jusqu'à 60 % de journées « chaudes » en plus que la moyenne.

Le 22 juillet 2024, la température moyenne mondiale quotidienne a atteint un nouveau record de 17,15 °C, dépassant le précédent record de 17,09 °C.



Le réchauffement, l'acidification et la désoxygénation des océans : Une triple menace planétaire

Les océans, qui couvrent plus de 70 % de la surface de la Terre, jouent un rôle crucial dans le maintien de l'équilibre climatique et écologique de notre planète. Cependant, les activités humaines, en particulier depuis l'ère industrielle, ont entraîné des changements profonds et souvent irréversibles dans leur fonctionnement. Trois phénomènes majeurs — le réchauffement des océans, leur acidification et leur désoxygénation — mettent en péril les écosystèmes marins, les populations côtières et l'équilibre climatique mondial.

Le réchauffement des océans

Les océans absorbent environ 90 % de la chaleur excédentaire générée par l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cette absorption a entraîné une augmentation notable de la température moyenne des océans. Depuis 1971, la température des eaux de surface a augmenté de 0,11 °C par décennie. Plus récemment, en 2023, les températures des océans ont atteint des records jamais observés, avec des impacts étendus.

Conséquences écologiques

- **Blanchissement des coraux** : Les récifs coralliens, qui abritent près de 25 % des espèces marines, sont

gravement menacés. Lorsque les températures augmentent, les coraux expulsent leurs zooxanthelles symbiotiques, ce qui provoque leur blanchissement et, à terme, leur mort. Des événements de blanchissement massif ont été signalés en 2016 et 2020, notamment dans la Grande Barrière de corail en Australie.

- **Redistribution des espèces** : La hausse des températures pousse les espèces marines vers des latitudes plus élevées, modifiant ainsi les écosystèmes et les chaînes alimentaires. Les espèces qui ne peuvent pas migrer, comme les étoiles de mer ou certains mollusques, sont particulièrement vulnérables.
- **Augmentation des événements extrêmes** : Le réchauffement des eaux alimente des cyclones plus puissants et des vagues de chaleur marine, comme celles observées en Méditerranée en 2022. Ces phénomènes perturbent gravement les écosystèmes et les économies locales.

Impacts socio-économiques

Le réchauffement des océans affecte les pêcheries mondiales, notamment celles des zones tropicales. La diminution des stocks de poissons, combinée à la migration des espèces vers d’autres régions, compromet la sécurité alimentaire de millions de personnes, en particulier dans les pays en développement.

L'acidification des océans

L’océan absorbe environ 30 % du dioxyde de carbone (CO_2) émis dans l’atmosphère. Si ce mécanisme limite l’ampleur du réchauffement global, il modifie le pH des eaux océaniques, les rendant plus acides. Depuis le début de l’ère industrielle, le pH moyen des océans a diminué de 0,1 unité, une baisse de 26 % en termes d'acidité.

Conséquences écologiques

- **Fragilisation des organismes calcificateurs** : Les coraux, les mollusques et les crustacés peinent à former leurs coquilles et squelettes en carbonate de calcium dans des eaux plus acides. Cela menace des écosystèmes entiers et la biodiversité marine.
- **Déséquilibres alimentaires** : Les espèces planctoniques calcifiantes, comme les coccolithophores et les ptéropodes, constituent la base de nombreuses chaînes alimentaires marines. Leur déclin affecte les prédateurs marins, notamment les poissons, les mammifères et les oiseaux.
- **Modification des comportements** : Certaines études montrent que l’acidification perturbe le comportement des poissons, réduisant leur capacité à détecter les prédateurs ou à naviguer correctement.

Impacts à long terme

L’acidification pourrait entraîner des changements irréversibles dans la composition des écosystèmes marins, avec des répercussions majeures sur les industries de la pêche et du tourisme. Par exemple, la diminution des récifs coralliens entraîne une perte de protection côtière naturelle contre les tempêtes et les inondations.

La désoxygénation des océans

La désoxygénation, ou la perte d’oxygène dans les océans, est une conséquence directe du réchauffement et de l’excès de nutriments. Les eaux plus chaudes retiennent moins d'oxygène, et les activités humaines, notamment l’agriculture intensive, enrichissent les océans en nutriments (azote et phosphore), ce qui favorise la prolifération d'algues. Lorsque ces algues meurent, leur décomposition consomme l’oxygène, créant des zones mortes.

Conséquences écologiques

- **Zones mortes** : Ces régions pauvres en oxygène, comme celle du Golfe du Mexique, se multiplient et s’étendent. Elles sont incapables de soutenir la vie marine, provoquant l’effondrement des écosystèmes locaux.
- **Diminution de la résilience des espèces** : Les poissons, les crustacés et les mollusques sont particulièrement sensibles au faible niveau d’oxygène.

Cela limite leur reproduction et leur croissance, affectant les pêcheries mondiales.

- **Effets en cascade** : Les écosystèmes marins interconnectés souffrent, car la perte de certaines espèces a des effets en chaîne sur la biodiversité et la fonction écologique.

Impacts humains

Les communautés dépendantes de la pêche, en particulier dans les pays en développement, sont parmi les plus touchées. Par ailleurs, la prolifération d'algues toxiques due à l'eutrophisation peut contaminer l'eau et les stocks alimentaires, posant des risques sanitaires.

Interactions entre ces trois menaces

Le réchauffement, l'acidification et la désoxygénation ne sont pas des phénomènes isolés. Ils interagissent et s'intensifient mutuellement, créant des effets synergiques qui aggravent leurs impacts. Par exemple, les eaux plus chaudes exacerbent l'acidification, tandis que la désoxygénation limite encore davantage la résilience des espèces marines déjà fragilisées par le changement climatique.

Les solutions et perspectives

La lutte contre ces phénomènes nécessite une action urgente et coordonnée :

- **Réduire les émissions de gaz à effet de serre** : Une transition vers les énergies renouvelables et une réduction des combustibles fossiles sont indispensables.
- **Gérer les apports en nutriments** : Des pratiques agricoles durables peuvent réduire les nutriments s’écoulant vers les océans.
- **Protéger et restaurer les écosystèmes marins** : Les aires marines protégées et la restauration des récifs coralliens peuvent aider à préserver la biodiversité.
- **Encourager la recherche** : Une meilleure compréhension des interactions entre ces phénomènes peut orienter les politiques et les interventions.

Les océans, véritables régulateurs du climat, absorbent 90 % de l’énergie thermique captée par la Terre.

Depuis 1950, cette énergie a augmenté de façon dramatique, équivalant à l’impact de 12,5 milliards de bombes Hiroshima. À ce rythme, nous atteindrons l’équivalent de 20 milliards de ces bombes d’ici 2040.

Il est fort possible que La Niña soit fini en mars 2025, nous nous dirigeons vers la période neutre avant un autre retour possible d'El Niño très dangereux.

Les conséquences sont déjà visibles :

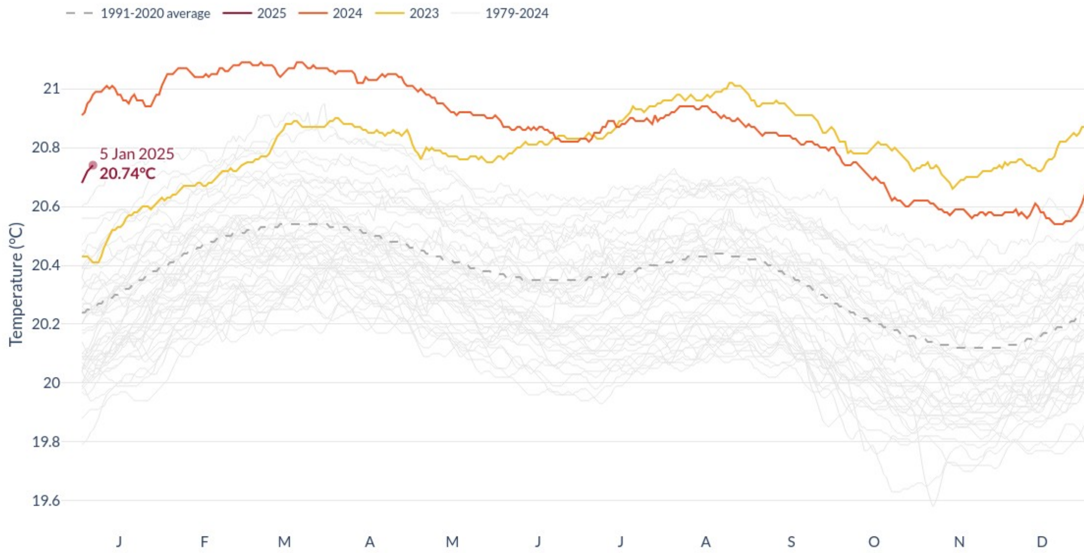
Les températures des océans augmentent rapidement, avec des anomalies record (+0,4 °C en 4 ans dans l’Atlantique Nord).

Les récifs coralliens meurent, les ouragans deviennent plus puissants, et l’élévation du niveau de la mer s’accélère.

Les océans subissent des vagues de chaleur marines, une acidification accrue, et une désoxygénation progressive.

Avec des niveaux de CO_2 jamais vus depuis 20 millions d'années, les océans de 1950 appartiennent au passé. Ce qui nous attend est un monde marin transformé, plus chaud, plus acide et pauvre en oxygène.

Le constat est alarmant : les océans meurent, et leurs bouleversements affecteront tout le système climatique. Nous entrons dans une ère d’incertitude où les conséquences pourraient être irréversibles.


Sea surface temperature • 60°S - 60°N
Daily average • Data ERA5
Credit: C3S/ECMWF
1991-2020 average
2025
2024
2023
1979-2024
5 Jan 2025
20.74°C
Temperature (°C)
21
20.8
20.6
20.4
20.2
20
19.8
19.6
J
F
M
A
M
J
J
A
S
O
N
D

La biodiversité

La biodiversité est un pilier fondamental de la santé et de la résilience des écosystèmes, et elle est également essentielle à la survie de l'humanité. Cependant, son déclin rapide met en péril les bases mêmes de notre existence. Face à cette crise, il est crucial de disposer d’outils permettant de mesurer et de suivre l'état de la biodiversité. Les indicateurs clés de la biodiversité jouent ainsi un rôle essentiel dans l’évaluation de la santé des écosystèmes, ainsi que dans l'orientation des politiques et des actions de conservation.

Dans le Rapport Planète Vivante 2024 de WWF France, l’Indice Planète Vivante (IPV) se présente comme l’un des outils les plus complets pour évaluer les tendances de la biodiversité mondiale. Cet indice mesure l’abondance relative des populations de vertébrés (mammifères, oiseaux, poissons, reptiles et amphibiens) sur une période donnée. Depuis 1970, l’IPV indique une diminution moyenne de 73 % des populations suivies, avec des déclins encore plus importants dans certaines régions, comme l’Amérique latine (-95 %).

Cet indice suit l’évolution de près de 35 000 populations réparties parmi 5 495 espèces de vertébrés. Les populations d’espèces d’eau douce affichent le plus fort déclin, avec une baisse de 85 %, suivies par celles des espèces terrestres (69 %) et marines (56 %).

Au niveau régional, les déclins les plus importants ont été enregistrés en Amérique latine et dans les Caraïbes, où l’on

observe une chute alarmante de 95 %, suivis par l’Afrique (76 %) et la région Asie-Pacifique (60 %). Les baisses ont été moins marquées en Europe et en Asie centrale (35 %) ainsi qu’en Amérique du Nord (39 %), en raison des impacts déjà visibles avant 1970 dans ces régions. Dans certains cas, des efforts de conservation et des programmes de réintroduction d'espèces ont permis une stabilisation, voire une légère augmentation de certaines populations.

La principale menace à la biodiversité reste la dégradation et la perte d’habitat, notamment causées par notre système alimentaire. Viennent ensuite la surexploitation des ressources, les espèces invasives et les maladies. Parmi les autres menaces notables, on retrouve le changement climatique, surtout en Amérique latine et dans les Caraïbes, ainsi que la pollution, particulièrement en Amérique du Nord et dans la région Asie-Pacifique.

Pourquoi cet indicateur est-il essentiel ?

- Il fournit un signal d'alerte précoce sur l'état des écosystèmes.
- Il aide à identifier les tendances à inverser pour éviter les points de bascule.
- Il évalue l'impact des activités humaines, telles que la déforestation et la surpêche, sur la santé des populations animales.

L’indice planète vivante (IPV)

L'IPV est divisé en trois sous-indices reflétant l'état des écosystèmes terrestres, marins et d'eau douce. Parmi eux, les écosystèmes d'eau douce affichent le déclin le plus marqué (-85 %), en raison de la destruction des habitats, de la pollution et de l'extraction excessive des ressources en eau.

La liste rouge de l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN)

La liste rouge de l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN) évalue le risque d'extinction des espèces sur la base de critères rigoureux. L'Indice Liste Rouge compile ces évaluations pour suivre l'évolution globale de ce risque.

Données clés :

- Environ 28 % des espèces évaluées sont considérées comme menacées d'extinction.
- Les groupes les plus vulnérables incluent les amphibiens, les coraux et les cycadophytes (plantes primitives).

Pourquoi cet indicateur est-il essentiel ?

- Il permet d'identifier les espèces les plus à risque et de prioriser les efforts de conservation.

- Il fournit des informations précieuses sur les menaces spécifiques, telles que la perte d'habitat ou les espèces invasives.

Malheureusement, l'Indice Liste Rouge montre que le risque d'extinction augmente dans tous les groupes suivis, révélant l'urgence d'agir pour sauvegarder ces espèces.

L'indice d'intégrité de la biodiversité

L'indice d'intégrité de la biodiversité mesure la proportion de biodiversité originelle subsistant dans une région donnée. Il se concentre principalement sur l'impact des activités humaines, telles que l'urbanisation et l'agriculture intensive, sur la qualité des écosystèmes.

Tendances clés :

- Depuis 1800, l'intégrité de la biodiversité a décliné de manière significative, avec des pertes particulièrement graves en Asie.
- Les écosystèmes terrestres sont les plus touchés, en raison de l'expansion agricole et de la déforestation.

Pourquoi cet indicateur est-il essentiel ?

- Il offre une vision à long terme des changements dans les écosystèmes.
- Il aide à évaluer les progrès vers des objectifs mondiaux, comme la restauration des habitats.

Le taux d'extinction

Le taux d'extinction mesure la vitesse à laquelle les espèces disparaissent de manière irréversible. Actuellement, ce taux est des dizaines à des centaines de fois supérieur au taux naturel, une tendance directement liée aux activités humaines.

Exemples :

- La disparition rapide de certaines espèces de coraux en raison du réchauffement des océans et de l'acidification.
- Les pertes d'espèces dans les forêts tropicales causées par la déforestation.

Pourquoi cet indicateur est-il essentiel ?

- Il montre l'ampleur de la crise de la biodiversité.
- Il souligne la nécessité de protéger les espèces menacées et de restaurer les habitats.

Les indicateurs fonctionnels : Les contributions de la nature aux populations (CNP)

Ces indicateurs se concentrent sur les services écosystémiques et les bénéfices que les humains tirent de la nature, comme la pollinisation, la régulation climatique et la fourniture d'eau potable.

Exemple :

- La perte des populations de grands animaux frugivores dans les forêts tropicales a réduit la dispersion des graines d'arbres à haute capacité de stockage du carbone, diminuant ainsi la résilience des forêts face au changement climatique.

Pourquoi ces indicateurs sont-ils essentiels ?

- Ils mettent en évidence l'impact économique et social de la perte de biodiversité.
- Ils aident à promouvoir des solutions fondées sur la nature, comme la restauration des écosystèmes pour améliorer la résilience.

Liste des espèces spécifiques menacées

Amphibiens

- **Menaces principales :** perte et dégradation des habitats, pollution, maladies, espèces invasives et changement climatique.

- **Espèces menacées** : Grenouille dorée du Panama, salamandre géante de Chine

Oiseaux

- **Exemples spécifiques :**
    - Le zostérops bridé et la rousserolle rossignol de Guam, deux espèces éteintes à cause du serpent brun arboricole.

- **Tendances :** déclin des populations à cause de la pollution et des espèces invasives.
- **Espèces menacées** : Pic maculé, albatros à queue courte, rapaces, oiseaux marins, oiseaux des forêts tropicales

Poissons

- Déclin important dans les écosystèmes d'eau douce. Par exemple, les poissons migrateurs d'eau douce sont menacés par la surpêche, la pollution et la perte d'habitat.
- **Espèces menacées** : Esturgeon européen, Thon rouge

Mammifères

- Espèces endémiques comme le tapir et le tamarin, qui jouent un rôle clé dans la dispersion des graines en forêt tropicale.
- **Espèces menacées** :Rhinocéros noir, orang-outan, primates, félins, éléphants
- **Facteurs de changement :** surexploitation, perte d'habitat et changement climatique.

Reptiles

- Impact des espèces invasives, comme le serpent brun arboricole, qui a provoqué des extinctions locales.
- **Espèces menacées** : Tortues marines, crocodiles

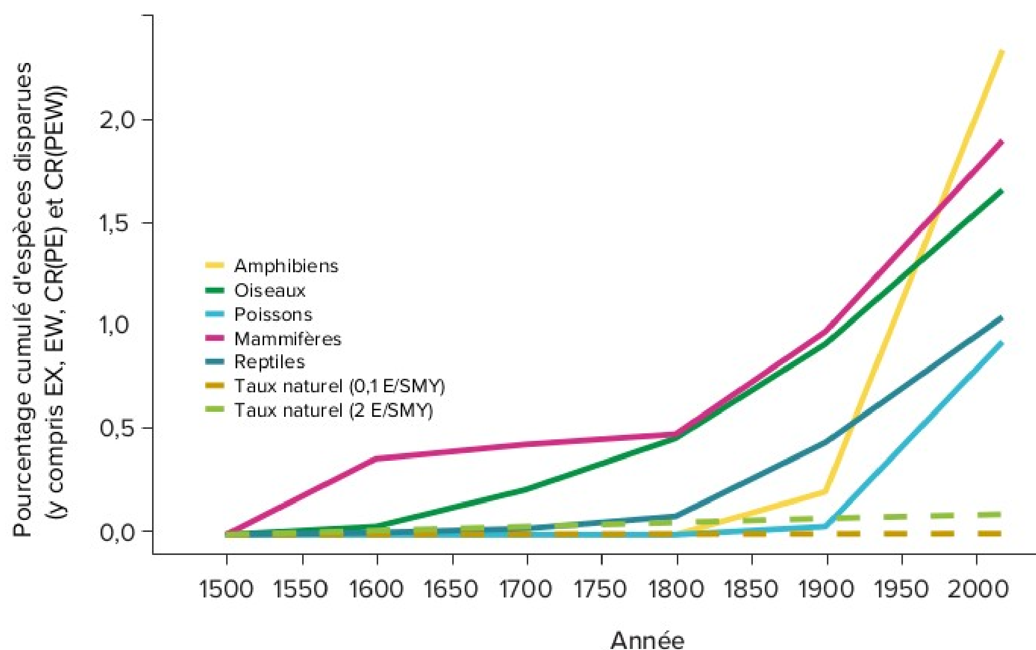
Le tigre

Le tigre, plus grand félin du monde, est menacé d'extinction en raison de la destruction de son habitat, du braconnage pour le commerce illégal de ses parties du corps (peaux, os, etc.) et des conflits avec les populations humaines.

Les tigres vivent en Asie, dans des forêts tropicales et tempérées. Leur disparition aurait des conséquences désastreuses pour les écosystèmes, car ils jouent un rôle essentiel dans la régulation des populations de proies. Des efforts de conservation sont en cours pour protéger les tigres et leurs habitats, mais il reste encore beaucoup à faire.

Les solutions

- Création d'aires protégées
- Lutte contre le braconnage
- Restauration des écosystèmes
- Éducation et sensibilisation
- Coopération internationale


d. Taux d’extinction
Pourcentage cumulé d’espèces disparues
(y compris EX, EW, CR(PE) et CR(PEW))
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
Amphibiens
Oiseaux
Poissons
Mammifères
Reptiles
Taux naturel (0,1 E/SMY)
Taux naturel (2 E/SMY)
1500
1550
1600
1650
1700
1750
1800
1850
1900
1950
2000
Année

La nature en péril

Les coraux

Sur la Grande Barrière de corail, le réchauffement de l’eau, associé à la dégradation de l’écosystème, a provoqué des épisodes de blanchissement des coraux à grande échelle en 1998, 2002, 2016, 2017, 2020, 2022 et 2024.

Bien que la Grande Barrière de corail ait fait preuve d’une résilience remarquable jusqu’à présent, il est probable que nous perdions 70 à 90 % de l’ensemble des récifs coralliens du monde, y compris la Grande Barrière de corail, même si nous parvenons à limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C.

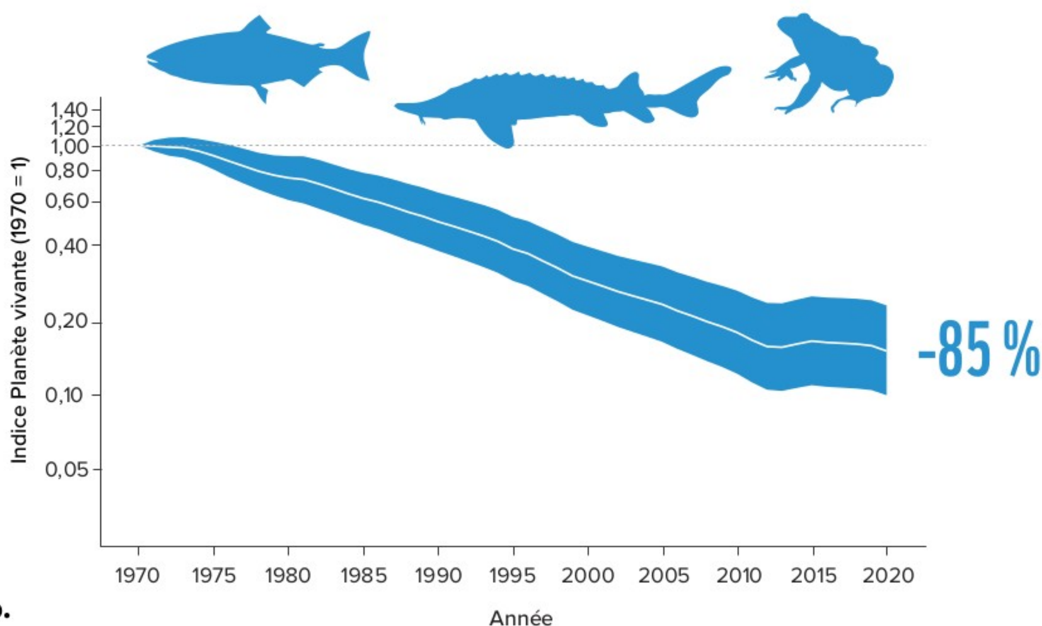
La forêt amazonienne

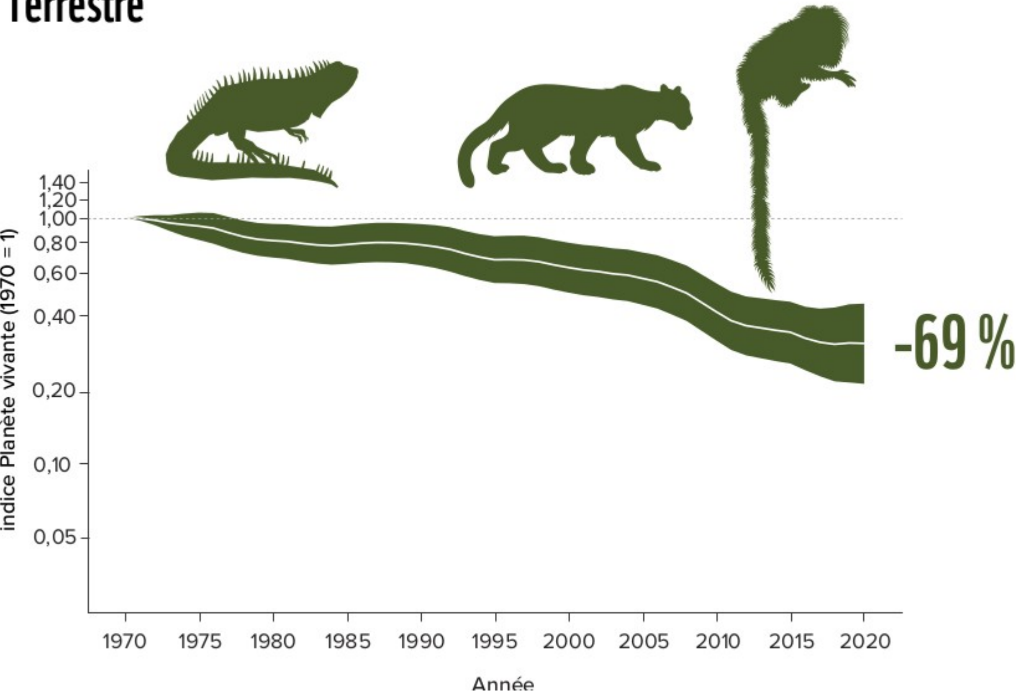
En Amazonie, la déforestation et le changement climatique entraînent une diminution des précipitations. Un point de bascule pourrait être atteint lorsque la forêt tropicale humide ne parviendra plus à s’adapter à ces conditions environnementales, avec des conséquences dévastatrices pour les populations, la biodiversité et le climat mondial.

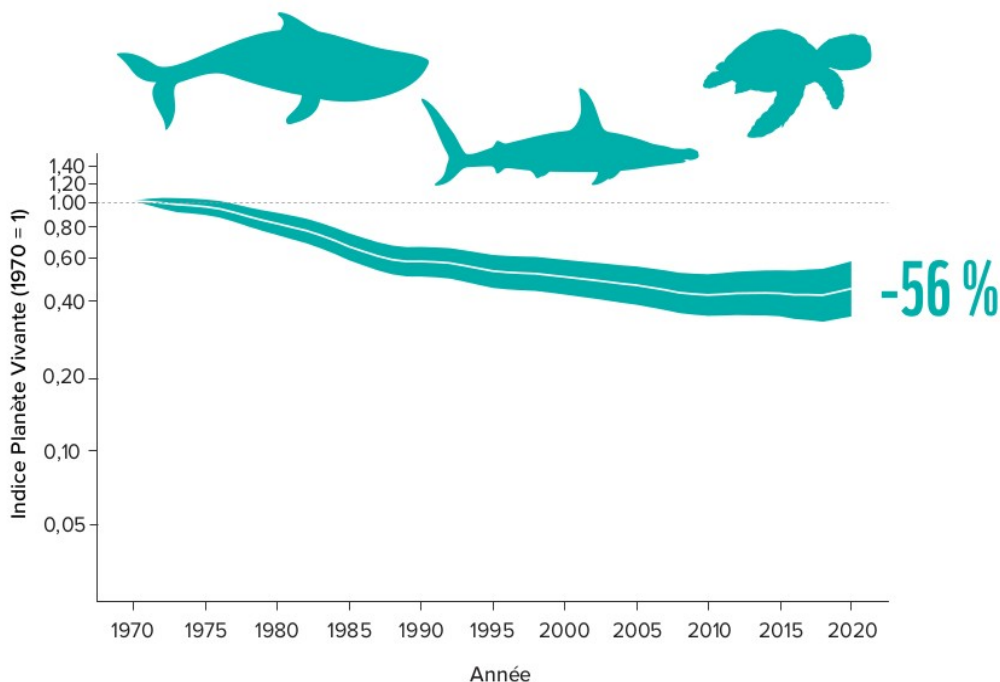
Il suffirait que 20 à 25 % de la forêt amazonienne soient détruites pour qu’un point de bascule soit atteint. On estime que 14 à 17 % ont déjà disparu…

Les arbres en danger

Dans l’ouest de l’Amérique du Nord, l’infestation des arbres par le scolyte, cumulée à des incendies de forêt plus fréquents et plus intenses, tous deux exacerbés par le changement climatique, pousse les forêts de pins vers un point de bascule qui risque d’aboutir à leur remplacement par des formations arbustives et des prairies.




Terrestre
1,40
1,20
1,00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,10
0,05
indice Planète vivante (1970 = 1)
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
Année
-69 %


Marine
1,40
1,20
1.00
0,80
0,60
0,40
0,20
0,10
0,05
Indice Planète Vivante (1970 = 1)
-56 %
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2005
2010
2015
2020
Année

Un système alimentaire mondial illogique

Le système alimentaire mondial est profondément incohérent. Il détruit la biodiversité, épuise les ressources en eau de la planète et contribue au changement climatique, tout en échouant à nourrir correctement les populations. Malgré une production alimentaire record, environ **735 millions de personnes se couchent chaque soir le ventre vide**. Paradoxalement, les taux d’obésité augmentent, tandis qu’un tiers de la population mondiale n’a pas un accès régulier à une alimentation nutritive.

L’impact écologique de la production alimentaire

La production alimentaire est l’un des principaux facteurs de la dégradation de la nature :

- Elle mobilise **40 % des terres habitables**.
- Elle est la principale cause de la disparition des habitats naturels.
- Elle utilise **70 % des ressources en eau douce**.
- Elle est responsable de **plus d’un quart des émissions de gaz à effet de serre**.

En outre, les coûts cachés liés aux problèmes de santé et à la dégradation de l’environnement dus à ce système alimentaire s’élèvent à **10 à 15 000 milliards de dollars par an**, ce qui représentait environ **12 % du PIB mondial en 2020**.

Réduire les pertes et le gaspillage alimentaires

Actuellement, **30 à 40 % des aliments produits ne sont pas consommés**. Cela équivaut à :

- Un quart du total des calories mondiales.
- Un cinquième de l’utilisation des terres agricoles et de l’eau.
- **4,4 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre**.

Une économie déconnectée de la nature

À l’échelle mondiale, **55 % du PIB** (soit environ **58 000 milliards de dollars**) dépend partiellement ou entièrement de la nature et de ses services. Cependant, le système économique actuel attribue une valeur quasi nulle à la nature, favorisant une exploitation non durable des ressources naturelles. Cela conduit à :

- La dégradation de l’environnement.
- Le changement climatique.
- L’épuisement des ressources naturelles essentielles à la survie.

Le coût économique de l'inaction climatique

Le changement climatique est une réalité mondiale dont les impacts touchent déjà tous les secteurs de la société. Tandis que les débats sur le coût des mesures d'atténuation et d'adaptation persistent, de nombreuses études montrent que l'inaction face à cette crise pourrait coûter bien plus cher à long terme.

Voici les multiples dimensions des coûts économiques de l'inaction, avec des exemples et des données probantes tirées des rapports internationaux, des études économiques et des observations récentes.

Les impacts économiques directs des événements climatiques extrêmes

Les phénomènes climatiques extrêmes, tels que les ouragans, les inondations, les sécheresses et les vagues de chaleur, deviennent plus fréquents et plus intenses à cause du réchauffement climatique. Ces événements engendrent des coûts économiques directs considérables.

Les catastrophes naturelles

- Selon un rapport de la **Banque mondiale (2022)**, les pertes économiques dues aux catastrophes naturelles liées au climat s'élèvent à environ **200 à 300 milliards de dollars par an**.

- En 2022, les États-Unis ont enregistré **18 événements climatiques majeurs**, chacun causant des pertes dépassant **1 milliard de dollars**, pour un total de **165 milliards de dollars**
- .

Les pertes agricoles et alimentaires

- Les sécheresses et les inondations perturbent les cycles de production agricole, entraînant des pertes de récoltes. Par exemple, en 2021, la sécheresse dans l'Ouest américain a coûté environ **10 milliards de dollars** en pertes agricoles (USDA).
- La **FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)** estime que les impacts climatiques réduisent les rendements agricoles mondiaux de 10 à 20 % par an, augmentant l'insécurité alimentaire et les coûts pour les gouvernements.

Les dommages aux infrastructures

- Les inondations et les tempêtes endommagent gravement les infrastructures publiques et privées. Par exemple, l'ouragan Katrina (2005) a causé des dégâts estimés à **125 milliards de dollars**, et l'ouragan Ian (2022) a coûté **112 milliards de dollars** (NOAA).
- Le coût de la reconstruction des infrastructures endommagées par les phénomènes climatiques

extrêmes augmente à mesure que ces événements deviennent plus fréquents.

Les coûts économiques à long terme de l'inaction

La perte de productivité économique

Le changement climatique réduit la productivité économique dans plusieurs secteurs clés :

- **Agriculture** : Les hausses de température, les sécheresses et les perturbations hydrologiques réduisent les rendements agricoles, en particulier dans les pays en développement.
- **Santé publique** : Les vagues de chaleur augmentent la morbidité et la mortalité, entraînant des pertes de productivité. Une étude publiée dans *Nature* estime que le réchauffement climatique pourrait réduire le PIB mondial de **11 à 14 % d'ici 2100** si les températures augmentent de 2 à 3 °C

Énergie : Les vagues de chaleur augmentent la demande en climatisation, mettant à rude épreuve les réseaux électriques et augmentant les coûts de production énergétique.

Les migrations climatiques

- D’après l’**Organisation internationale pour les migrations (OIM)**, jusqu’à **200 millions de personnes** pourraient devenir des réfugiés climatiques d’ici 2050, créant des pressions économiques massives sur les pays d’accueil.
- Le coût de la gestion des migrations climatiques (logement, emploi, infrastructures) est estimé à des centaines de milliards de dollars par an.

L’instabilité sociale et les conflits

- Le changement climatique exacerbe les tensions sociales et politiques, notamment dans les régions déjà vulnérables. Par exemple, la sécheresse prolongée en Syrie a été identifiée comme un facteur contribuant au déclenchement de la guerre civile, dont le coût économique dépasse **500 milliards de dollars** (PNUE).
- Les conflits liés à l’accès aux ressources naturelles, telles que l’eau et les terres agricoles, risquent de s’intensifier, augmentant les coûts pour les gouvernements et les organisations internationales.

Les coûts environnementaux et leurs conséquences économiques

Perte de biodiversité et services écosystémiques

- La dégradation des écosystèmes coûte cher. Les récifs coralliens, par exemple, génèrent environ **375 milliards de dollars par an** en services écosystémiques (tourisme, pêche, protection côtière), mais sont menacés par l'acidification des océans et le réchauffement

- La perte de pollinisateurs due au changement climatique pourrait réduire la production agricole mondiale de **235 à 577 milliards de dollars par an** (IPBES).

L'élévation du niveau de la mer

- Les villes côtières, qui génèrent une grande partie du PIB mondial, sont exposées à l'élévation du niveau de la mer. Le coût global de l'adaptation pour protéger ces zones est estimé entre **70 et 100 milliards de dollars par an** d'ici 2050 (PNUE).
- À défaut de mesures d'adaptation, les pertes économiques dues aux inondations côtières pourraient atteindre **1 000 milliards de dollars par an d'ici 2100**.

Les opportunités économiques manquées

L'inaction signifie également renoncer aux opportunités économiques qu'offre la transition vers une économie durable.

- **Investissements dans les énergies renouvelables** : Selon l'AIE, chaque dollar investi dans les énergies renouvelables génère des retombées économiques et environnementales trois fois supérieures à celles des énergies fossiles.
- **Création d'emplois verts** : Le développement de technologies propres pourrait générer jusqu'à **24 millions d'emplois** d'ici 2030 (OIT).

Comparaison entre le coût de l'inaction et celui de l'action

Le coût de l'action climatique

- Le rapport *Stern Review* (2006) estime que des mesures d'atténuation ambitieuses coûteraient environ **1 % du PIB mondial par an**, contre **5 à 20 % du PIB mondial** en cas d'inaction.
- L'**Accord de Paris (2015)** préconise des investissements annuels de **1 600 milliards de dollars** pour limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C.

Le coût de l’inaction

- Une étude de la **Swiss Re Institute (2021)** projette que le changement climatique non maîtrisé pourrait réduire le PIB mondial de **18 % d’ici 2050** dans un scénario pessimiste.
- Les économies les plus vulnérables, notamment en Afrique et en Asie du Sud, pourraient subir des pertes encore plus sévères, dépassant **20 à 30 %** de leur PIB.

Conclusion

Le coût de l’inaction face au changement climatique est immense, tant en termes économiques qu’humains. Les pertes liées aux catastrophes naturelles, la baisse de productivité, les migrations climatiques et la dégradation des écosystèmes ne sont que quelques exemples des répercussions d’un manque d’action. En revanche, investir dans des solutions climatiques offre des opportunités économiques significatives et pourrait réduire considérablement les risques futurs. Agir maintenant n’est pas seulement une obligation environnementale, mais aussi une nécessité économique.

Qu'est-ce que l'AMOC ?

L’Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC), ou Circulation Méridienne de Retournement Atlantique, est un système complexe de courants océaniques qui joue un rôle essentiel dans la régulation du climat mondial. L’AMOC fait partie d’un ensemble plus vaste appelé circulation thermohaline, souvent surnommé « tapis roulant océanique », qui déplace de l'eau chaude et salée des tropiques vers les hautes latitudes et ramène de l'eau froide et dense vers les profondeurs des océans.

L’AMOC fonctionne grâce à des différences de température et de salinité entre les masses d'eau, créant des variations de densité qui entrainent des mouvements verticaux et horizontaux. L'un des points clés du système se situe dans l'Atlantique Nord, où les eaux chaudes de surface refroidissent et deviennent suffisamment denses pour plonger en profondeur, formant ainsi ce que l'on appelle le courant de retournement.

Pourquoi l’AMOC est-il important ?

L’AMOC joue un rôle crucial dans le transport de chaleur à travers le globe. Par exemple, il contribue à maintenir des climats tempérés en Europe de l’Ouest grâce au Gulf Stream, un de ses composants majeurs. L’AMOC influence aussi les régimes de mousson en Afrique et en Asie, la productivité biologique des océans et le niveau de la mer sur les côtes atlantiques.

Toute perturbation de l’AMOC pourrait donc avoir des conséquences majeures sur le climat global et régional, les écosystèmes marins et les sociétés humaines. Cependant, des données récentes indiquent que l’AMOC s’affaiblit en raison du changement climatique, augmentant les inquiétudes quant à un possible effondrement.

Qu'est-ce qui pourrait provoquer l'effondrement de l'AMOC ?

Le principal moteur de l’AMOC est la formation d’eaux profondes dans l'Atlantique Nord, un processus appelé convection thermohaline. Cependant, plusieurs facteurs liés au réchauffement climatique menacent ce processus :

1. **Fonte des glaciers et des calottes polaires** : L’apport accru d'eau douce, en particulier provenant du Groenland, dilue la salinité de l'eau océanique, rendant celle-ci moins dense et moins susceptible de plonger.
2. **Augmentation des températures de surface** : Les eaux chaudes sont moins denses, ce qui perturbe la circulation descendante.
3. **Modifications des vents atmosphériques** : Des changements dans les vents dominants peuvent également altérer les courants de surface et perturber l'AMOC.

Conséquences potentielles de l'effondrement de l'AMOC

L'effondrement de l'AMOC pourrait entraîner des bouleversements climatiques majeurs. Voici quelques-unes des conséquences les plus redoutées :

1. **Refroidissement de l'hémisphère nord** : Un arrêt de l'AMOC provoquerait une chute des températures en Europe de l'Ouest, rappelant les conditions de la période glaciaire.

2. **Dérèglement des précipitations** : Des modifications drastiques des régimes de mousson pourraient entraîner des sécheresses en Afrique et en Asie, affectant des milliards de personnes dépendant de ces pluies pour l'agriculture.

3. **Augmentation du niveau de la mer** : L'arrêt de l'AMOC entraînerait une hausse du niveau de la mer le long de la côte est des États-Unis, exacerbant les risques d'inondation.

4. **Déstabilisation des écosystèmes marins** : La redistribution des nutriments pourrait être perturbée, affectant la chaîne alimentaire marine.

Que disent les recherches récentes ?

Des études basées sur des données paléoclimatiques et des modèles informatiques montrent que l'AMOC a déjà subi des

effondrements par le passé, notamment pendant les périodes de réchauffement rapide liées aux cycles glaciaires. Ces effondrements ont entraîné des changements climatiques abrupts, comme le Dryas récent il y a environ 12 000 ans.

En 2021, une étude publiée dans *Nature Climate Change* a indiqué que l'AMOC montre des signes de ralentissement sans précédent depuis 1 000 ans. Les projections suggèrent que si les émissions de gaz à effet de serre ne sont pas réduites, un effondrement pourrait survenir d'ici la fin du siècle.

Peut-on prévenir l'effondrement de l'AMOC ?

Réduire les risques d'effondrement de l'AMOC nécessite des actions globales pour limiter le réchauffement climatique. Cela inclut :

1. **Réduction des émissions de gaz à effet de serre** : Maintenir l'augmentation de la température globale en dessous de 1,5 °C, comme prévu par l'Accord de Paris.
2. **Projets de recherche accrus** : Investir dans des programmes de surveillance et de modélisation pour mieux comprendre les dynamiques de l'AMOC.
3. **Adaptation** : Préparer les sociétés aux impacts potentiels, tels que les inondations et les pénuries alimentaires.

L’AMOC est un pilier du système climatique terrestre. Son effondrement pourrait provoquer des conséquences cataclysmiques pour l’humanité et la biodiversité. Les efforts pour limiter le changement climatique et surveiller attentivement l’état de l'AMOC sont essentiels pour prévenir un tel scénario.

Les feux de forêts : volume, croissance, déforestation et impact sur les puits de carbone

Les feux de forêts, qu’ils soient d’origine naturelle ou humaine, jouent un rôle complexe dans le cycle écologique et climatique de la Terre. Bien qu'ils fassent partie du fonctionnement naturel de certains écosystèmes, leur intensité et leur fréquence ont augmenté de manière alarmante au cours des dernières décennies, alimentées par le changement climatique et la déforestation. Cet état de fait menace gravement les forêts en tant que puits de carbone, un élément essentiel dans la régulation des gaz à effet de serre et dans la lutte contre le réchauffement climatique.

Le volume et la croissance des feux de forêts

Les données récentes montrent une augmentation significative de la surface des terres affectées par les feux de forêts. En moyenne, 4 millions de km² de terres brûlent chaque année, soit une superficie équivalente à l’Union européenne. Bien que la majorité des incendies se produisent dans les savanes africaines, les feux dans les forêts tropicales, boréales et méditerranéennes augmentent à un rythme beaucoup plus rapide.

Par exemple :

- Les incendies en Amazonie ont augmenté de 84 % entre 2018 et 2019, selon l'Institut national de recherche spatiale du Brésil (INPE).
- En Australie, la saison des incendies de 2019-2020, surnommée « Black Summer », a consumé plus de 18 millions d'hectares, détruisant près de 3 000 habitations et causant des pertes écologiques massives.

Le réchauffement climatique amplifie ces feux de plusieurs manières :

- Augmentation des températures, rendant les conditions plus propices aux incendies.
- Sécheresses prolongées, réduisant l'humidité des sols et des végétaux.
- Modification des régimes de vent, qui propagent les feux plus rapidement.

Déforestation et feux de forêts : un cercle vicieux

La déforestation et les feux de forêts s'entretiennent mutuellement dans un cycle destructeur. Les activités humaines, telles que l'agriculture, l'exploitation forestière et l'urbanisation, fragmentent les écosystèmes forestiers, rendant ces zones plus vulnérables aux incendies. En retour, les feux de forêts accélèrent la perte de couvert forestier.

En Amazonie, par exemple, 17 % de la forêt tropicale a été perdue au cours des 50 dernières années, et les feux d'origine humaine en sont une cause majeure. Une fois que la végétation dense est remplacée par des terres dégagées ou des monocultures, les écosystèmes perdent leur capacité à se régénérer, augmentant encore la fréquence et l'intensité des incendies.

Impact des feux de forêts sur les puits de carbone

Les forêts agissent comme des puits de carbone en absorbant le dioxyde de carbone (CO_2) de l'atmosphère via la photosynthèse. Cependant, les feux de forêts inversent ce processus en libérant des milliards de tonnes de CO_2 dans l'atmosphère.

- **Amazonie** : L'Amazonie, qui était autrefois considérée comme un puits de carbone, a atteint un point critique où certaines zones émettent plus de CO_2 qu'elles n'en absorbent, selon une étude de 2021 publiée dans *Nature*.
- **Forêts boréales** : Les incendies dans les forêts boréales, notamment en Sibérie et au Canada, libèrent non seulement du CO_2, mais aussi du méthane, un gaz à effet de serre encore plus puissant.

Ces émissions exacerbent le réchauffement climatique, créant une boucle de rétroaction négative : plus de feux de forêts, plus de gaz à effet de serre, plus de réchauffement climatique.

Conséquences écologiques et sociétales

Les conséquences des feux de forêts s'étendent bien au-delà de la perte de biodiversité et de la réduction des puits de carbone :

1. **Santé humaine** : Les feux génèrent des particules fines (PM2.5) qui aggravent les maladies respiratoires et cardiovasculaires. La saison des incendies de 2020 en Californie a entraîné une hausse de 25 % des admissions hospitalières pour des problèmes respiratoires.
2. **Économie** : Les coûts liés aux incendies incluent les pertes agricoles, les dommages aux infrastructures et les efforts de lutte contre le feu. En Australie, le « Black Summer » a coûté près de 10 milliards de dollars australiens.
3. **Biodiversité** : De nombreuses espèces ne peuvent pas s’adapter à la fréquence accrue des feux. Par exemple, les koalas, déjà en danger, ont vu leur population diminuer drastiquement après les incendies de 2019-2020 en Australie.

Solutions pour réduire l’impact des feux de forêts

1. **Gestion des forêts** : Les pratiques telles que les feux contrôlés et l’élagage régulier peuvent réduire l’accumulation de matière combustible.
2. **Reforestation et restauration écologique** : Restaurer les écosystèmes dégradés augmente leur résilience aux incendies.
3. **Réduction des émissions globales** : Limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C est essentiel pour éviter l’intensification des feux.
4. **Surveillance et prévention** : L’utilisation de technologies satellitaires pour surveiller les incendies et prévoir les conditions à risque peut être déterminante.

Les feux de forêts représentent un des défis majeurs de notre époque, à la croisee des enjeux climatiques, écologiques et sociétaux. Une action immédiate et coordonnée est essentielle pour réduire leur impact et restaurer les puits de carbone vitaux pour notre survie.

La fonte complète de l'Arctique en été

L’Arctique est souvent considéré comme le baromètre du changement climatique mondial. Avec ses vastes calottes glaciaires, ses banquises, et son permafrost, cette région joue un rôle critique dans la régulation des températures terrestres et la stabilisation des écosystèmes mondiaux.

Cependant, les études récentes indiquent une accélération dramatique de la fonte de la banquise arctique. Certains chercheurs estiment qu’une fonte complète de la glace de mer en été pourrait devenir une réalité d’ici 2030, voire plus tôt dans le pire des cas.

Les tendances observées : Une diminution alarmante

La banquise arctique a diminué en étendue et en volume à un rythme sans précédent au cours des dernières décennies.

Selon des données satellites collectées depuis les années 1970, l’étendue moyenne de la glace de mer en septembre (le point annuel le plus bas) diminue d’environ 13 % par décennie.

En 2012, un record historique a été atteint, avec une réduction de plus de 50 % par rapport à la moyenne des années 1980.

Outre l’étendue, l'épaisseur de la glace est également en forte baisse. Les glaces pluriannuelles, qui sont plus épaisses et plus résistantes, ont été remplacées par des glaces de première

année, plus minces et plus vulnérables à la fonte estivale. Cette tendance inquiète les scientifiques car elle préfigure une perte totale de la glace de mer pendant l’été.

Les études récentes et leurs conclusions

IPCC (2021) : Dans son sixième rapport d’évaluation, le Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat (GIEC) a mis en garde contre une fonte estivale totale de la glace de mer arctique si les émissions de gaz à effet de serre ne sont pas rapidement réduites. Même dans un scénario de limitation du réchauffement à 1,5 °C, une fonte temporaire pendant certains étés est probable d’ici 2050.

Nature Communications (2023) : Une étude publiée dans cette revue a utilisé des modèles climatiques avancés pour prédire que, dans un scénario d’émissions élevées (RCP 8.5), l’Arctique pourrait connaître son premier été sans glace d’ici 2030. Les chercheurs ont souligné que même les scénarios intermédiaires (RCP 4.5) prévoient une fonte quasi totale avant 2050.

National Snow and Ice Data Center (NSIDC, 2022) : Le NSIDC rapporte que les taux de fonte actuels dépassent les prévisions des modèles climatiques, suggérant que des points de basculement critiques pourraient avoir été atteints. L'étude souligne que l'absorption accrue de chaleur par l’océan, due à la

réduction de la couverture glaciaire, pourrait entraîner une boucle de rétroaction positive.

Rapport Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP, 2021) : Ce rapport indique que l'Arctique se réchauffe trois fois plus vite que la moyenne mondiale, une tendance qui alimente la fonte des glaces et l'acidification des océans.

Les conséquences d'une fonte complète

La disparition totale de la banquise estivale aurait des répercussions profondes sur les systèmes climatiques, écologiques et humains.

Amplification du réchauffement climatique : La banquise agit comme un miroir, renvoyant une partie de l'énergie solaire dans l'espace. Sa disparition augmenterait l'absorption de chaleur par l'océan, amplifiant le réchauffement global (effet d'albedo).

Modification des courants océaniques et atmosphériques : Une fonte rapide pourrait perturber la circulation thermohaline, notamment l'AMOC, et entraîner des événements climatiques extrêmes.

Menaces pour la biodiversité : Les espèces dépendantes de la glace, comme l'ours polaire, le morse et certains oiseaux marins, sont en grand danger. La

fonte pourrait aussi perturber les réseaux alimentaires marins.

Impacts humains : Les communautés autochtones qui dépendent de la glace pour leur subsistance et leur culture seront durement touchées. Par ailleurs, la montée du niveau de la mer et les changements climatiques pourraient affecter des milliards de personnes dans le monde.

Peut-on inverser la tendance ?

Les scientifiques insistent sur la nécessité de réduire de manière drastique les émissions de gaz à effet de serre pour ralentir la fonte de l'Arctique. Certaines solutions incluent :

Mise en œuvre de l'Accord de Paris : Limiter le réchauffement à 1,5 °C pourrait éviter les scénarios les plus catastrophiques.

Géo-ingénierie : Des solutions controversées, comme l'ensemencement de nuages ou la réflectivité artificielle, sont étudiées, bien que leurs risques et leur faisabilité soient débattus.

Renforcement des programmes de surveillance : Un suivi plus précis des évolutions dans l'Arctique est essentiel pour prévoir les impacts et ajuster les stratégies.

Conséquences de la hausse des températures en Arctique

Cette élévation des températures a des conséquences significatives sur l'environnement arctique :

- **Fonte de la banquise** : L'étendue de la glace de mer arctique a diminué de 30 % par rapport à la moyenne 1981-2010, avec un minimum saisonnier moyen de 4,37 millions de km² pendant la décennie 2011-2020.

- **Fonte du pergélisol** : Le réchauffement entraîne le dégel du pergélisol, libérant du méthane, un gaz à effet de serre puissant, ce qui amplifie le réchauffement climatique.
- **Impact sur la faune et la flore** : Les changements de température affectent les écosystèmes arctiques, perturbant les habitats des espèces locales et favorisant l'arrivée d'espèces invasives.

Perspectives futures

Si les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter, l'Arctique pourrait connaître une élévation de température de 3,5 °C d'ici 2050, selon un rapport d'ONU Environnement.

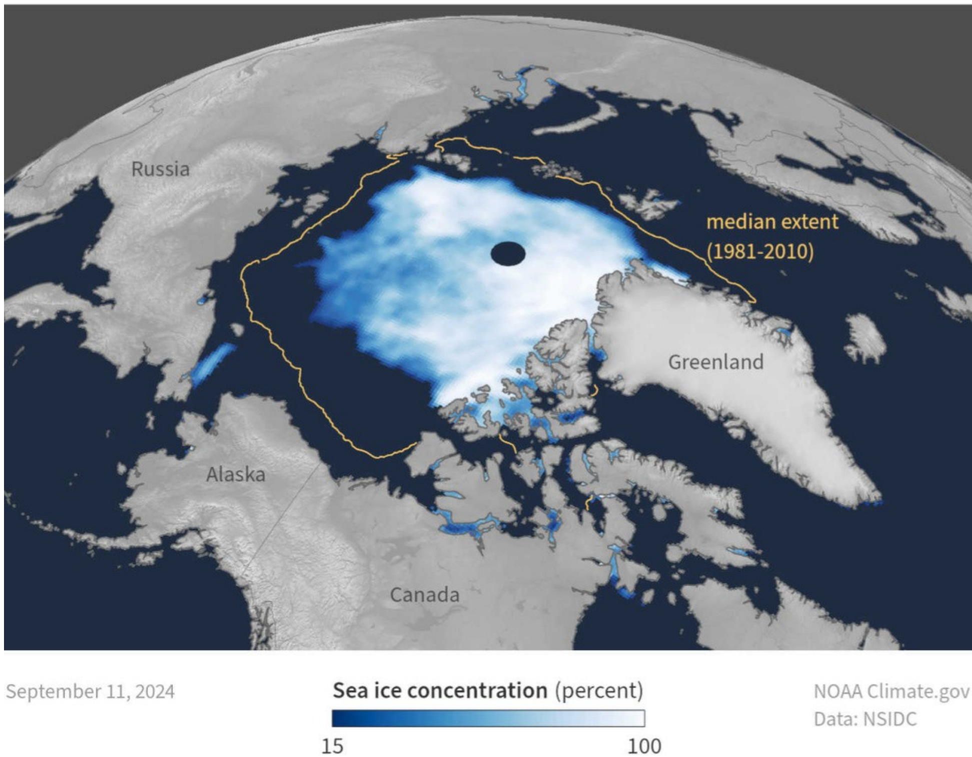
Il est donc crucial d'adopter des mesures pour réduire les émissions de gaz à effet de serre afin de limiter l'ampleur de

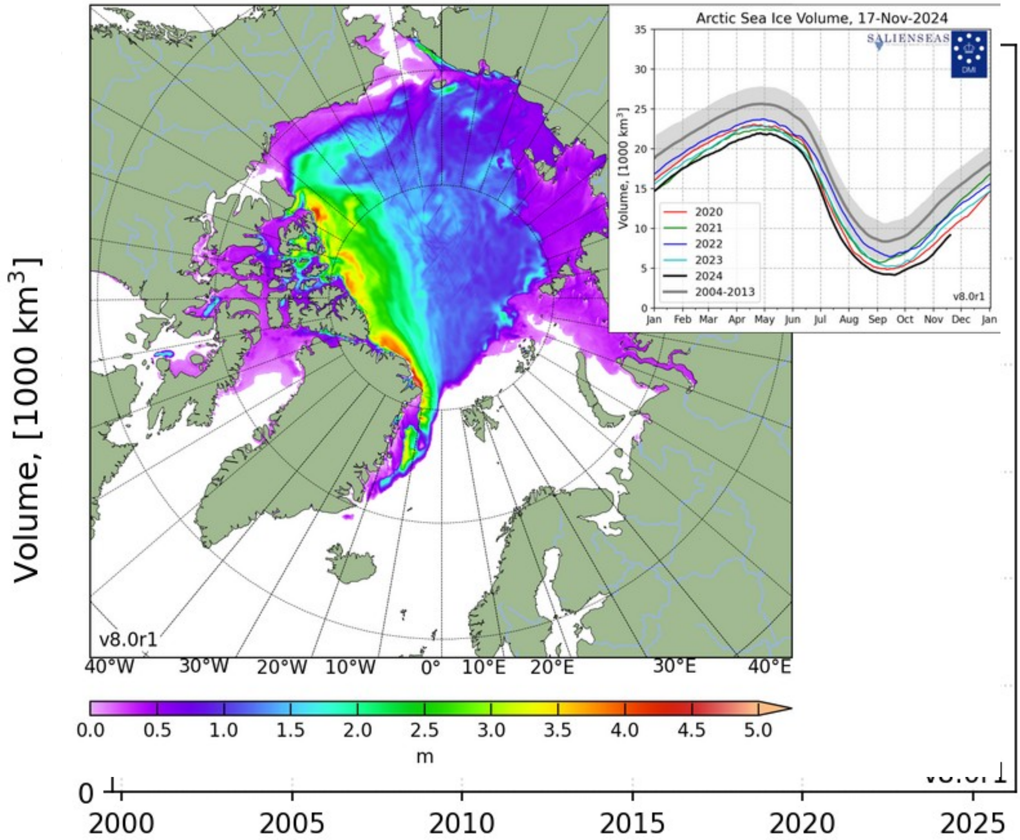
ces changements et leurs impacts sur l'environnement arctique et mondial.

Conclusion

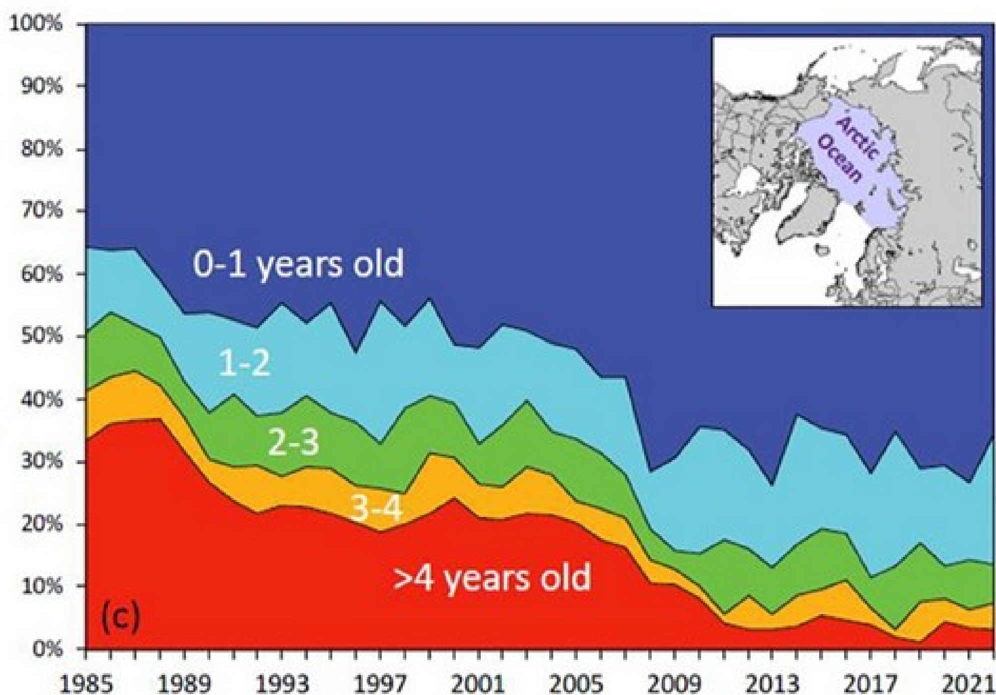
La fonte estivale complète de l'Arctique n’est plus une hypothèse lointaine. Elle représente une menace réelle et imminente pour l'équilibre climatique mondial.

2024 Arctic sea ice summer minimum





Sea Ice Thickness, 17-Nov-2024
Arctic Sea Ice Volume, 17-Nov-2024
Volume, [1000 km³]
SALIENSEAS
DMI
2020
2021
2022
2023
2024
2004-2013
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec Jan
v8.0r1
40°W 30°W 20°W 10°W 0° 10°E 20°E 30°E 40°E
0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0
m
Volume, [1000 km³]
2000 2005 2010 2015 2020 2025



Sea ice age percentage within the Arctic Ocean for the week of 11-18 March 1985-2022. Credit: NOAA

La fonte de la glace en Antarctique : volumes fondus, verdissement et régions les plus touchées

L'Antarctique, souvent perçu comme un vaste désert glacé, est un acteur crucial de l'équilibre climatique mondial. Cependant, la région est de plus en plus touchée par les conséquences du réchauffement climatique. La fonte de ses glaces atteint des niveaux alarmants, entraînant une élévation du niveau des mers et une transformation de ses écosystèmes, notamment par un phénomène de verdissement. Ce texte explore le volume de glace perdu, les zones les plus affectées, et les conséquences de ces changements sur l’environnement.

Volume de la glace fondue

Depuis 1992, l’Antarctique a perdu environ 2 720 milliards de tonnes de glace, ce qui a contribué à une élévation du niveau des mers de 7,6 millimètres. Selon une étude de la revue *Nature*, entre 2012 et 2017, la perte annuelle de glace a triplé par rapport à la décennie précédente, passant de 76 milliards à 219 milliards de tonnes par an.

Les plateformes de glace, qui flottent sur l’océan, fondent également à un rythme accru. Leur effondrement peut entraîner une augmentation rapide de l'écoulement des glaciers terrestres dans l’océan, amplifiant la perte totale de glace.

Le verdissement de l’Antarctique

Le verdissement est un phénomène nouveau observé dans certaines parties de l’Antarctique, lié à l’augmentation des températures et à la fonte des glaces. Il se manifeste par une prolifération de mousses et d’algues dans les zones côtières dégagées de glace. Ces organismes jouent un rôle dans la capture du carbone, mais leur expansion souligne aussi la gravité des changements climatiques dans cette région auparavant hostile à la végétation.

En particulier, la péninsule Antarctique, l'une des zones les plus chaudes du continent, voit son paysage se transformer. Les études montrent une croissance rapide des tapis de mousse, qui ont augmenté de plus de 25 % au cours des 50 dernières années.

Les zones les plus touchées

1. **La péninsule Antarctique** :
    - La péninsule, située à l’extrémité nord-ouest de l’Antarctique, est l'une des régions qui se réchauffent le plus rapidement sur Terre, avec une augmentation de la température moyenne de 2,5 °C depuis les années 1950. Cette région a vu une perte significative de plateformes de glace, comme l'effondrement de Larsen B en 2002.
2. **La mer d’Amundsen** :

- Les glaciers Pine Island et Thwaites, surnommés « glaciers de l’apocalypse », fondent à des rythmes alarmants. Ces glaciers à eux seuls contiennent suffisamment de glace pour élever le niveau mondial des mers de plus d’un mètre. Leur fonte est principalement causée par l’infiltration d’eaux océaniques chaudes sous les plateformes de glace.

3. **L’Antarctique de l’Est** :

    - Bien que considérée comme plus stable que l’Antarctique de l’Ouest, certaines zones, comme le glacier Totten, montrent des signes de fonte accélérée. Totten contient suffisamment de glace pour entraîner une élévation du niveau de la mer de 3,5 mètres si elle fondait complètement.

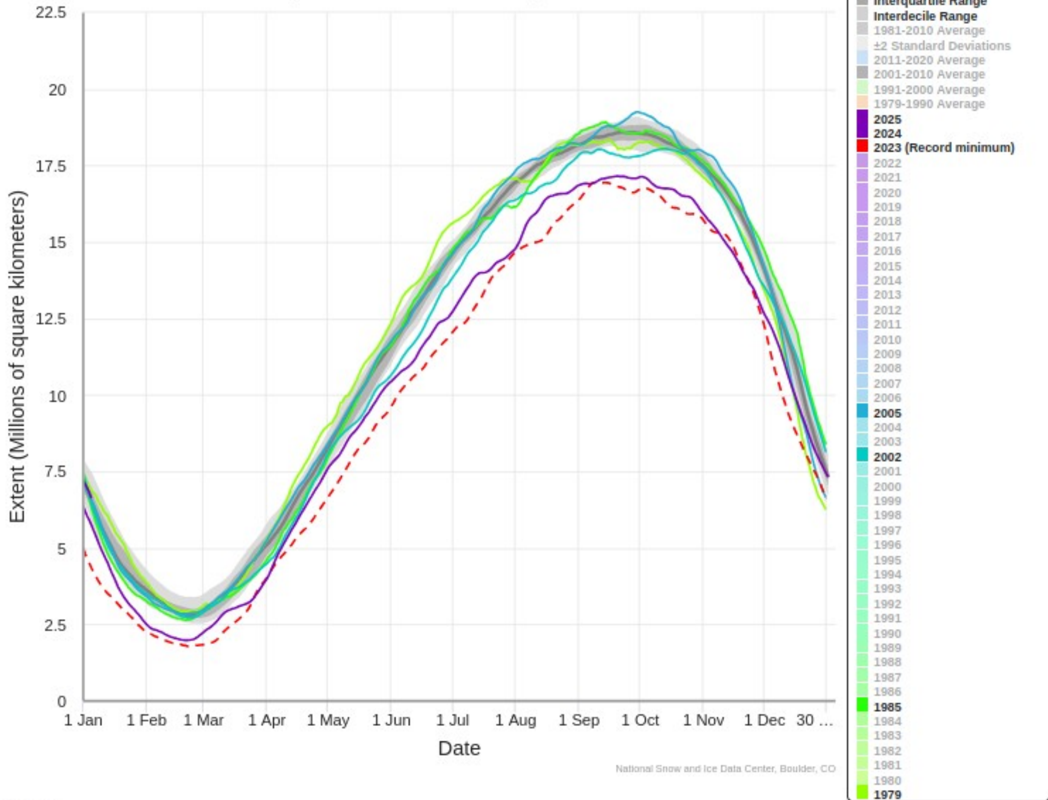
Conséquences globales

1. **Élévation du niveau des mers** : La fonte de l’Antarctique pourrait élever le niveau des mers de plusieurs mètres au cours des siècles à venir, mettant en danger les zones côtières et les infrastructures humaines. Des villes comme New York, Mumbai et Amsterdam risquent d’être submergées si ces tendances se poursuivent.

2. **Modifications des courants océaniques** : La fonte massive de glace douce peut perturber la circulation thermohaline, affectant les courants océaniques mondiaux. Ces changements pourraient entraîner des événements climatiques extrêmes, comme des vagues de chaleur prolongées et des tempêtes plus violentes.
3. **Impact sur la biodiversité** : La fonte des glaces modifie les habitats pour la faune indigène, comme les manchots et les phoques. Les écosystèmes marins sont également perturbés par l’augmentation des apports en eau douce et des températures de l’océan.

Conclusion

La fonte de la glace en Antarctique est un signal d'alarme pour la planète. Les volumes massifs de glace perdus, le phénomène émergent de verdissement et les régions les plus touchées mettent en évidence l'urgence d'agir pour limiter le réchauffement climatique. Sans interventions déterminantes, ces processus pourraient avoir des conséquences irréversibles sur les écosystèmes et les sociétés humaines.



Antarctic Sea Ice Extent
(Area of ocean with at least 15% sea ice)
Extent (Millions of square kilometers)
22.5
20
17.5
15
12.5
10
7.5
5
2.5
0
1 Jan
1 Feb
1 Mar
1 Apr
1 May
1 Jun
1 Jul
1 Aug
1 Sep
1 Oct
1 Nov
1 Dec
30 ...
Date
National Snow and Ice Data Center, Boulder, CO
Show all years
Hide all years
1981-2010 Median
Interquartile Range
Interdecile Range
1981-2010 Average
±2 Standard Deviations
2011-2020 Average
2001-2010 Average
1991-2000 Average
1979-1990 Average
2025
2024
2023 (Record minimum)
2022
2021
2020
2019
2018
2017
2016
2015
2014
2013
2012
2011
2010
2009
2008
2007
2006
2005
2004
2003
2002
2001
2000
1999
1998
1997
1996
1995
1994
1993
1992
1991
1990
1989
1988
1987
1986
1985
1984
1983
1982
1981
1980
1979
ChArctic v3.5.0

L'effet domino des points de bascule climatiques

Les points de bascule climatiques sont des seuils critiques dans les systèmes environnementaux au-delà desquels des changements rapides et souvent irréversibles peuvent se produire.

Ces basculements peuvent enclencher des réactions en chaîne aux conséquences globales, menaçant l'équilibre climatique, écologique et socio-économique. Ce chapitre explore certains des principaux points de bascule, leurs interconnexions, et leurs impacts potentiels.

La fonte du permafrost : un géant dormant qui se réveille

Le permafrost, un sol gelé en permanence présent dans les régions arctiques, contient d'énormes quantités de carbone sous forme de matière organique.

Lorsque le permafrost fond, ce carbone est libéré dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone (CO_2) et de méthane (CH_4), un gaz à effet de serre 25 fois plus puissant que le CO_2 sur une échelle de 100 ans.

Selon des estimations, le permafrost renferme près de 1 500 milliards de tonnes de carbone, soit le double de la quantité actuellement présente dans l'atmosphère terrestre.

Sa fonte pourrait donc créer une boucle de rétroaction positive : plus de gaz à effet de serre libérés dans l'atmosphère, entraînant un réchauffement accéléré, qui à son tour fond davantage de permafrost. Ce phénomène pourrait échapper à tout contrôle humain.

La disparition de l'Amazonie : le poumon vert en crise

La forêt amazonienne joue un rôle crucial dans la régulation du climat mondial. Elle absorbe près de 2 milliards de tonnes de CO2 chaque année et influe sur les cycles hydrologiques en libérant d'énormes quantités d'eau dans l'atmosphère, ce qui maintient les précipitations régionales et globales.

Cependant, la déforestation et le réchauffement climatique menacent de transformer l'Amazonie en une savane. Des études montrent que si 20-25 % de la forêt disparaît, un point de bascule pourrait être atteint, à partir duquel l'écosystème ne pourra plus maintenir son état actuel. La disparition progressive des arbres réduira l'humidité disponible, renforçant le processus de sécheresse et augmentant les risques d'incendies.

La fonte des calottes glaciaires : une menace pour les écosystèmes côtiers

Les calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique contiennent suffisamment de glace pour élever le niveau des

mers de plusieurs mètres si elles venaient à fondre complètement. Une augmentation même partielle pourrait provoquer des inondations massives, menaçant les villes côtières et les régions densément peuplées.

La fonte de ces calottes est amplifiée par des boucles de rétroaction, notamment l'effet albedo. La glace, qui reflète une grande partie du rayonnement solaire, est remplacée par des surfaces plus sombres, telles que l'eau ou les terres dégelées, qui absorbent davantage de chaleur et accélèrent la fonte.

L'impact cumulatif : des systèmes interconnectés

Ce qui rend ces points de bascule encore plus alarmants est leur interconnexion. Par exemple :

- La fonte du permafrost libère du méthane, qui augmente les températures globales, accélérant la fonte des calottes glaciaires.
- La disparition de l'Amazonie réduit la capture de carbone, augmentant la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, ce qui contribue au réchauffement global.

Ces interactions peuvent conduire à un effet domino où un seul basculement en déclenche d'autres, exacerbant le chaos climatique.

Les conséquences sociétales et écologiques

Les réactions en chaîne des points de bascule climatiques pourraient :

- Perturber les régimes agricoles, provoquant des pénuries alimentaires massives.
- Accroître les migrations climatiques, déplaçant des millions de personnes.
- Endommager les infrastructures côtières, avec des coûts économiques gigantesques.
- Déclencher une perte massive de biodiversité, affectant les services écosystémiques vitaux.

Que faire pour éviter ces basculements ?

Il est crucial d'agir rapidement pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C, comme stipulé dans l'Accord de Paris. Parmi les actions prioritaires :

- Protéger les écosystèmes critiques, comme l'Amazonie, en réduisant la déforestation et en soutenant la reforestation.
- Investir dans des technologies de captage et de stockage du carbone.

- Encourager une économie décarbonée pour réduire la dépendance aux combustibles fossiles.

Prendre des mesures aujourd'hui est essentiel pour éviter que ces points de bascule ne transforment la planète en un endroit hostile pour les générations futures.

Un monde sans biodiversité

La biodiversité, pierre angulaire de la vie sur Terre, englobe la variété des espèces animales et végétales, des gènes et des écosystèmes. Elle joue un rôle fondamental dans le maintien des équilibres naturels et le bien-être humain. Cependant, à mesure que les pressions humaines et climatiques s'intensifient, le risque d'un effondrement global de la biodiversité se profile. Ce chapitre explore les conséquences potentielles de cet effondrement sur l'agriculture, la santé humaine et les services écosystémiques.

Effets sur l'agriculture : une production menacée

La biodiversité est essentielle à la productivité agricole. Les pollinisateurs, comme les abeilles et les papillons, jouent un rôle crucial dans la pollinisation de 75 % des cultures destinées à l'alimentation humaine. La perte de ces espèces pourrait entraîner une réduction significative des rendements agricoles, augmentant les risques d'insécurité alimentaire à l'échelle mondiale.

De plus, la diversité génétique des cultures offre une résistance à diverses maladies et stress climatiques. Sans cette diversité, les cultures deviendraient plus vulnérables aux épidémies, comme cela a été observé lors de la grande famine de la pomme de terre en Irlande au XIXe siècle, causée par une dépendance excessive à une seule variété.

Enfin, les sols riches en biodiversité sont plus fertiles et capables de retenir l'eau. La perte de micro-organismes du sol pourrait réduire la fertilité des terres, augmentant le recours aux engrais chimiques et exacerbant la dégradation environnementale.

Impacts sur la santé humaine : une crise sanitaire annoncée

L'effondrement de la biodiversité aurait des conséquences graves sur la santé humaine. De nombreuses médicines modernes sont dérivées de plantes, d'animaux ou de micro-organismes. Par exemple, l'aspirine provient du saule, tandis que la morphine est extraite du pavot. Une biodiversité déclinante limite les opportunités de découverte de nouveaux traitements pour les maladies.

Par ailleurs, la perte d'écosystèmes naturels favorise l'émergence de maladies infectieuses. La destruction des habitats contraint les animaux sauvages à se rapprocher des zones humaines, augmentant le risque de transmission de pathogènes zoonotiques, comme on l'a observé avec le virus Ebola et le SARS-CoV-2. En outre, les écosystèmes dégradés sont moins capables de réguler les populations de vecteurs de maladies comme les moustiques, augmentant l'incidence du paludisme et de la dengue.

Services écosystémiques : un effondrement global

Les écosystèmes fournissent des services essentiels à la survie humaine, notamment la purification de l'eau, la régulation du climat et le recyclage des nutriments. La disparition de la biodiversité compromettrait ces services.

- **Purification de l'eau** : Les zones humides, qui filtrent naturellement les polluants, seraient incapables de remplir leur rôle, entraînant une augmentation des coûts pour fournir de l'eau potable.
- **Régulation du climat** : Les forêts et les océans, qui absorbent d'énormes quantités de dioxyde de carbone, verraient leur efficacité réduite. Cela accélérerait le changement climatique, intensifiant les phénomènes météorologiques extrêmes.
- **Recyclage des nutriments** : La disparition des décomposeurs, comme les champignons et les insectes, perturberait le cycle des nutriments, affectant la croissance des plantes et la stabilité des sols.

Un avenir sous tension

L'effondrement de la biodiversité aurait des répercussions économiques massives. Selon un rapport de la Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES), la perte de services écosystémiques pourrait coûter jusqu'à 10 % du PIB mondial annuel. Cela

exacerberait les inégalités, car les populations les plus vulnérables dépendent souvent directement de la nature pour leur subsistance.

Conclusion : agir avant qu'il ne soit trop tard

Un monde sans biodiversité serait synonyme d'un avenir sombre, marqué par des crises alimentaires, sanitaires et écologiques. Pour prévenir cet effondrement, il est urgent d'agir en faveur de la conservation et de la restauration des écosystèmes. Cela inclut la réduction de la déforestation, la lutte contre le changement climatique et la transition vers des pratiques agricoles durables. La biodiversité est un bien commun précieux qu'il est de notre devoir de protéger.

La surconsommation, le tourisme jusqu’en Antarctique, la surpêche et la consommation de viande

La surconsommation est une des forces motrices des crises environnementales actuelles. Qu'il s'agisse du tourisme jusque dans les régions les plus isolées comme l'Antarctique, de la surpêche qui appauvrit les océans ou de l'impact de la consommation de viande sur les écosystèmes terrestres, ces phénomènes illustrent les conséquences d’une consommation excessive et non durable. Ce texte explore ces questions et leurs conséquences écologiques.

La surconsommation : un modèle insoutenable

La surconsommation, définie comme l’utilisation excessive des ressources naturelles au-delà de leur capacité de renouvellement, est responsable de multiples crises environnementales. En 2023, l’événement « Earth Overshoot Day », marquant le jour où l’humanité a consommé toutes les ressources que la Terre peut renouveler en un an, est survenu le 2 août. Cela signifie que nous vivons au-délà des limites planétaires pendant près de cinq mois chaque année.

Les impacts de cette surconsommation se manifestent dans de nombreux secteurs :

- La déforestation pour produire du bois ou de l'huile de palme.
- L’épuisement des réserves d’eau douce.
- La surproduction de déchets plastiques, dont moins de 10 % sont recyclés.

Le tourisme jusqu’en Antarctique : une pression croissante

Le tourisme en Antarctique, bien qu’encore limité, a explosé au cours des deux dernières décennies. En 2019, près de 74 000 touristes ont visité ce continent fragile, contre seulement 6 700 en 1992. Bien que les règles strictes de l’Antarctic Treaty System encadrent ces activités, l’augmentation du trafic maritime et aérien présente plusieurs risques :

1. **Perturbation de la faune** : Les manchots, phoques et oiseaux marins sont sensibles à la présence humaine, qui peut modifier leur comportement.
2. **Pollution** : Les déversements de carburant, les émissions de CO2 et les déchets produits par les navires et les visiteurs augmentent le stress environnemental.
3. **Introduction d'espèces invasives** : Les touristes peuvent accidentellement introduire des espèces non indigènes, perturbant les écosystèmes locaux.

En 2019, le tourisme mondial était responsable de 8,8 % du réchauffement climatique, selon une étude publiée dans Nature

Communications. Toutes destinations confondues, ce secteur représente une part significative des émissions de gaz à effet de serre.

L'aviation civile, pilier du tourisme international, continue de croître rapidement. L'Association du transport aérien international estime que près de 5 milliards de personnes ont voyagé en avion en 2024, soulignant l'importance de ce mode de transport dans nos sociétés modernes.

L'Antarctique, le continent le plus isolé et le plus froid de la planète, attire néanmoins un nombre croissant de visiteurs. Lors de la saison 2022-2023, plus de 100 000 touristes s'y sont rendus, et ce chiffre aurait atteint environ 125 000 en 2024. Cette hausse de fréquentation suscite des inquiétudes quant à l'impact environnemental du tourisme sur cet écosystème fragile.

L'engouement pour des destinations exotiques comme l'Antarctique reflète notre soif de découverte et notre désir d'évasion. Cependant, les océans, qui absorbent une grande partie de la chaleur excédentaire générée par les gaz à effet de serre, continuent de se réchauffer.

La surpêche : un océan en péril

La surpêche est un exemple criant de surconsommation. Selon la FAO, près de 34 % des stocks de poissons mondiaux sont surexploités, tandis que 60 % sont exploités à leur capacité maximale. Cela a des conséquences catastrophiques :

- **Appauvrissement des populations de poissons** : Des espèces comme le thon rouge de l’Atlantique ont vu leurs populations décliner de plus de 85 % depuis les années 1970.
- **Déséquilibre écologique** : La disparition des prédateurs marins perturbe les réseaux trophiques.
- **Impacts économiques** : Les communautés côtières, dépendantes de la pêche artisanale, subissent une perte de revenus et de sécurité alimentaire.

La consommation de viande : un fardeau pour la planète

L’élevage est responsable de 14,5 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre, selon la FAO. Parmi ces émissions, la production de bœuf représente à elle seule 41 %. Les impacts de la consommation de viande vont au-delà des émissions de gaz à effet de serre :

1. **Déforestation** : Environ 80 % de la déforestation en Amazonie est liée à l’élevage ou à la production de soja destiné à l’alimentation animale.
2. **Consommation d’eau** : Il faut environ 15 000 litres d’eau pour produire un kilo de bœuf.
3. **Santé publique** : La consommation excessive de viande rouge et transformée est associée à des maladies

chroniques comme le cancer colorectal et les maladies cardiovasculaires.

Des solutions pour réduire la surconsommation

1. **Tourisme responsable** : Limiter le nombre de touristes dans les régions fragiles, imposer des restrictions plus strictes sur les navires et éduquer les voyageurs sur l'impact environnemental de leurs choix.
2. **Gestion durable des pêcheries** : Promouvoir des techniques de pêche responsables, renforcer la surveillance et encourager la consommation d’espèces sous-exploiteées.
3. **Réduction de la consommation de viande** : Adopter des régimes flexitariens ou végétariens pourrait réduire de 20 à 30 % les émissions de gaz à effet de serre liées à l’alimentation.
4. **Réduction des déchets** : Favoriser le recyclage, réduire l’emballage et promouvoir une économie circulaire.

Conclusion

La surconsommation, sous toutes ses formes, représente un défi global pour la durabilité. Les exemples du tourisme en Antarctique, de la surpêche et de la consommation de viande montrent qu’il est urgent d’agir pour réduire notre empreinte écologique. Des politiques publiques ambitieuses, associées à

des changements dans les comportements individuels, sont essentielles pour préserver les écosystèmes et assurer un avenir viable.

Les solutions technologiques prometteuses et leurs dangers, les migrations climatiques massives, et les secteurs économiques qui prospèrent dans le désastre

La crise climatique pose des défis sans précédent pour l'humanité, mais elle stimule également l'émergence de solutions technologiques et de dynamiques socio-économiques variées. Ce texte examine les promesses et les dangers des technologies comme le captage de carbone et la géo-ingénierie, les impacts humains des migrations climatiques massives et les secteurs économiques qui tirent profit des catastrophes climatiques.

Solutions technologiques prometteuses : captage de carbone et géo-ingénierie

Captage et stockage du carbone (CSC)

Le captage et stockage du carbone est une technologie qui vise à extraire le dioxyde de carbone (CO2) de l'atmosphère ou des émissions industrielles pour le stocker sous terre ou dans des formations géologiques. Les entreprises comme Climeworks ont déjà mis en place des infrastructures pour capturer plusieurs milliers de tonnes de CO2 chaque année.

- **Promesses** :
  - Réduction directe des émissions de gaz à effet de serre (GES).
  - Potentiel de compenser les secteurs difficiles à décarboner comme l'aviation ou la cimenterie.
- **Dangers potentiels** :
  - Coûts élevés et consommation énergétique importante.
  - Risques de fuite de CO2 lors du stockage, ce qui pourrait provoquer des catastrophes locales.
  - Dépendance excessive à ces technologies, retardant les efforts pour réduire les émissions à la source.

Géo-ingénierie solaire

La géo-ingénierie solaire consiste à réfléchir une partie du rayonnement solaire pour réduire le réchauffement climatique. Des méthodes comme l'injection d'aérosols dans la stratosphère ou l'augmentation de la réflexion des nuages marins sont à l'étude.

- **Promesses** :
  - Possibilité de ralentir temporairement le réchauffement climatique.

    - Gains de temps pour mettre en place des politiques de réduction des émissions.
- **Dangers potentiels** :
    - Effets secondaires imprévisibles sur les régimes climatiques et les écosystèmes.
    - Répercussions politiques : qui décide de manipuler le climat ?
    - Risque de « syndrome de la solution facile », détournant l’attention des mesures durables.

Les migrations climatiques massives : impacts humains et sociaux

Le nombre de personnes déplacées par les catastrophes climatiques augmente chaque année. Selon le Groupe d’experts intergouvernemental sur l’évolution du climat (GIEC), environ 216 millions de personnes pourraient être déplacées d’ici 2050 en raison de la montée des eaux, des sécheresses et des tempêtes.

Types de migrations

1. **Montée des eaux** : Des zones comme le Bangladesh, les Maldives et certaines îles du Pacifique risquent de devenir inhabitables.

2. **Désertification** : Le Sahel et d’autres régions arides voient leurs populations migrer vers les villes ou au-delà des frontières nationales.
3. **Catastrophes climatiques soudaines** : Les ouragans, les incendies de forêts et les inondations poussent des millions de personnes à l’exode.

Impacts humains et sociaux

- **Déstabilisation sociale** : L’afflux de migrants climatiques peut exacerber les tensions dans les pays d’accueil, comme on l’a vu en Europe lors des crises migratoires.
- **Perte culturelle** : Les communautés insulaires qui perdent leur territoire perdent également une partie de leur identité culturelle.
- **Santé publique** : Les camps de réfugiés climatiques sont souvent surpeuplés, avec un accès limité à l’eau potable et aux soins de santé.

Solutions potentielles

- **Investissement dans l’adaptation** : Construire des digues, développer l’agriculture résistante à la sécheresse.
- **Politiques internationales** : Création d’un statut juridique pour les « réfugiés climatiques ».

- **Planification urbaine** : Anticiper les migrations et aménager les villes pour accueillir de nouvelles populations.

Les secteurs économiques qui prospèrent dans le désastre

Assurances

Le secteur des assurances est directement touché par la fréquence accrue des catastrophes climatiques. En 2021, les pertes économiques liées aux catastrophes naturelles ont atteint 280 milliards de dollars, dont 120 milliards étaient assurés.

- **Prospérité** :
  - Augmentation des primes d’assurance pour compenser les risques accrus.
  - Développement de nouveaux produits, comme les micro-assurances pour les agriculteurs dans les pays en développement.
- **Risques** :
  - Insolvabilité face à des événements extrêmes majeurs.
  - Difficulté pour les populations pauvres d’accéder à ces services.

Entreprises de gestion des catastrophes

Les entreprises spécialisées dans la gestion des catastrophes, la reconstruction et les technologies de prévention (drones, IA pour la prédiction des incendies) connaissent une forte croissance.

Énergies renouvelables

Les catastrophes climatiques stimulent également la demande pour des solutions énergétiques durables, créant des opportunités pour les entreprises dans le secteur des énergies renouvelables.

Conclusion

Face aux crises climatiques, les technologies innovantes, les migrations massives et les dynamiques économiques révèlent à la fois des opportunités et des dangers. Il est essentiel de naviguer avec prudence pour éviter que ces solutions ne créent de nouvelles inégalités ou aggravent les problèmes existants.

La rareté croissante de l'eau, des terres cultivables, des minerais critiques et des conflits armés

La rareté croissante de l'eau, des terres cultivables et des minerais critiques est un phénomène de plus en plus préoccupant à l'échelle mondiale.

Ce triple défi est devenu un sujet central dans les débats géopolitiques et environnementaux, car ces ressources essentielles pour la survie et le développement humain se raréfient, amplifiant les tensions entre pays et communautés.

Les conséquences potentielles de cette situation sont graves, et l'une des issues possibles est l'intensification des conflits armés, alimentés par la compétition pour ces ressources vitales.

La raréfaction de l'eau : un facteur clé de conflits géopolitiques

L'eau est une ressource essentielle à la vie et au développement, mais dans de nombreuses régions du monde, sa disponibilité diminue rapidement.

Selon le rapport du **World Resources Institute (WRI)**, environ 2,7 milliards de personnes vivent dans des régions où l'eau est rare pendant au moins un mois par an, et cette situation devrait se détériorer à mesure que la population mondiale continue de croître et que le changement climatique exacerbe les phénomènes météorologiques extrêmes.

La compétition pour l'eau est déjà un moteur de tensions géopolitiques, en particulier dans des régions comme le Moyen-Orient, l'Asie centrale et l'Afrique.

Par exemple, le bassin du fleuve Nil, où plusieurs pays (Égypte, Soudan, Éthiopie) se disputent l'accès aux ressources en eau du Nil, a vu émerger des tensions militaires liées à la construction du Grand Barrage de la Renaissance en Éthiopie.

De même, en Asie centrale, les pays voisins du Tadjikistan et du Kirghizistan se disputent l'accès à des sources d'eau partagées, ce qui a conduit à des affrontements violents.

L’aggravation de cette crise hydrique pourrait inciter davantage de pays à sécuriser par la force des sources d’eau transfrontalières, augmentant ainsi le risque de conflits armés.

Les études du **Global Water Partnership** mettent en lumière la manière dont l'eau, essentielle à l'agriculture, à l'industrie et à la consommation humaine, devient un enjeu de sécurité nationale.

Par ailleurs, le changement climatique intensifie cette pénurie en perturbant les régimes pluviométriques et en augmentant la fréquence des sécheresses.

La perte de terres cultivables : une menace pour la sécurité alimentaire

La rareté des terres cultivables est un autre facteur de risques de conflits. L'agriculture est directement dépendante de la qualité et de la disponibilité des terres.

Cependant, l'urbanisation rapide, la déforestation, l'érosion des sols et les effets du changement climatique réduisent progressivement la surface des terres arables disponibles. Le **Food and Agriculture Organization (FAO)** estime que près de 25% des terres agricoles mondiales sont déjà dégradées, et cette tendance devrait s'intensifier.

Dans les régions les plus vulnérables, en particulier en Afrique subsaharienne, en Asie du Sud et en Amérique Latine, la perte de terres cultivables menace directement la sécurité alimentaire.

Le manque de terres arables pour nourrir les populations locales peut provoquer des migrations massives vers des zones plus fertiles, exacerber les conflits entre communautés locales et migrants, ou entre agriculteurs et éleveurs de bétail.

Des exemples de ces tensions sont visibles au **Sahel**, où les conflits intercommunautaires liés à l’accès aux terres agricoles et aux pâturages sont en augmentation. La concurrence pour des terres cultivables devenues rares peut ainsi être un facteur de violence locale et régionale.

Les minerais critiques : une autre source de rivalités

Les minerais critiques, tels que le lithium, le cobalt, le cuivre, le nickel, le coltan et le rare earth, sont indispensables pour les technologies modernes, en particulier pour la transition énergétique et la production d'objets électroniques.

Ces minerais sont essentiels pour la fabrication de batteries électriques, de panneaux solaires, d'éoliennes et de véhicules électriques, qui sont au cœur de la transition vers une économie verte. Cependant, leur extraction pose des défis environnementaux et géopolitiques considérables.

La plupart de ces minerais se trouvent dans un nombre restreint de pays, créant des déséquilibres économiques et géopolitiques. Par exemple, le **Congo-Kinshasa** (République Démocratique du Congo) détient une part importante des réserves mondiales de cobalt, tandis que la Chine domine la production de terres rares.

La compétition pour ces ressources critiques risque d'intensifier les tensions entre grandes puissances, en particulier avec la montée des rivalités entre les États-Unis et la Chine. La sécurisation de l'accès à ces minerais devient un enjeu stratégique majeur, et les tensions qui en résultent peuvent se traduire par des conflits militaires ou économiques.

Le **G7** et des institutions comme la **Banque mondiale** mettent en garde contre les risques liés à la dépendance à ces minerais, soulignant la nécessité de diversifier les chaînes

d'approvisionnement et de promouvoir des alternatives technologiques.

Toutefois, la demande croissante pour ces ressources dans les secteurs de l'énergie renouvelable et des technologies de pointe pourrait exacerber la compétition et potentiellement conduire à des tensions géopolitiques, voire des conflits armés pour le contrôle des ressources.

Les implications géopolitiques de la raréfaction des ressources

L'interaction entre la raréfaction de l'eau, des terres cultivables et des minerais critiques crée un environnement propice aux conflits armés. D'une part, les pays dont les ressources en eau sont limitées peuvent chercher à sécuriser des approvisionnements étrangers, que ce soit en annexant des territoires voisins ou en établissant des alliances stratégiques.

D'autre part, les pays qui dépendent de l'exportation de minerais critiques peuvent se retrouver pris dans des jeux géopolitiques, où la concurrence pour contrôler ces ressources devient une priorité de sécurité nationale.

Les rapports de l'**International Crisis Group** et de l'**Institute for Economics and Peace** alertent sur le fait que ces tensions pourraient dégénérer en conflits armés à l'échelle régionale, voire mondiale, si des mécanismes de coopération internationale efficaces ne sont pas mis en place pour gérer ces ressources de manière durable et équitable.

Conclusion

La rareté croissante de l'eau, des terres cultivables et des minerais critiques représente une menace majeure pour la stabilité géopolitique et la sécurité mondiale.

Ces ressources de plus en plus convoitées pourraient devenir des déclencheurs de conflits armés, exacerbés par la pression démographique, le changement climatique et les inégalités économiques.

La gestion collaborative de ces ressources, ainsi que la promotion d'une gouvernance globale plus efficace, est essentielle pour éviter que la compétition pour elles ne devienne un moteur de violence et de déstabilisation mondiale.

Les énergies du futur

Les énergies renouvelables jouent un rôle de plus en plus crucial dans la transition énergétique mondiale. Elles offrent une alternative viable aux énergies fossiles, réduisant ainsi les émissions de gaz à effet de serre et contribuant à la lutte contre le changement climatique.

Les principales formes d'énergies renouvelables comprennent l'énergie solaire, éolienne, hydraulique, géothermique et biomasse.

Chacune de ces sources d’énergie présente ses avantages et ses défis, mais elles partagent un objectif commun : produire de l’énergie de manière durable, respectueuse de l’environnement, et réduire notre dépendance aux combustibles fossiles.

Les évolutions récentes de 2024

En 2024, plusieurs évolutions importantes ont marqué le secteur des énergies renouvelables. D’abord, l'amélioration continue des technologies, en particulier dans les domaines de l'énergie solaire et éolienne, a permis de réduire les coûts et d'augmenter l'efficacité des installations.

Par exemple, les panneaux solaires sont devenus beaucoup plus efficaces grâce à l'utilisation de matériaux innovants comme les cellules à pérovskite, et la technologie des éoliennes offshore a considérablement progressé, permettant une exploitation plus rentable de la puissance éolienne en mer.

Un autre aspect significatif a été l’augmentation de la capacité de stockage d’énergie. Les batteries, notamment celles à base de lithium et les solutions de stockage à grande échelle, sont devenues plus accessibles et performantes.

Cela a permis de mieux gérer l’intermittence de certaines sources d’énergies renouvelables comme le solaire et l’éolien, en offrant une solution de stockage pour l’énergie excédentaire produite pendant les périodes de faible demande.

Le marché mondial des énergies renouvelables a également été renforcé par des politiques publiques de plus en plus ambitieuses, incitant les gouvernements à investir massivement dans des infrastructures vertes.

De nombreux pays ont mis en place des subventions, des incitations fiscales et des programmes de soutien à la recherche pour stimuler l’innovation dans ce secteur.

Le prix des énergies renouvelables

L'un des facteurs clés qui a facilité l’adoption des énergies renouvelables ces dernières années est la baisse continue des coûts de production.

Le prix de l'énergie solaire a chuté de manière spectaculaire au cours de la dernière décennie, et en 2024, l’énergie solaire est souvent plus compétitive que les sources d’énergie fossile dans de nombreuses régions du monde.

La baisse des prix des technologies solaires et éoliennes a été rendue possible grâce aux progrès technologiques et à l’industrialisation des procédés de fabrication. Par exemple, la taille des parcs éoliens et des installations solaires a considérablement augmenté, permettant de bénéficier d’économies d’échelle.

Cependant, bien que le coût de production de l'énergie renouvelable soit compétitif, l’investissement initial pour installer des infrastructures de production, notamment les panneaux solaires, les éoliennes ou les réseaux de stockage, reste élevé.

Dans certains cas, ces coûts peuvent représenter un obstacle à l’adoption des énergies renouvelables, surtout dans les pays en développement ou pour les petites entreprises.

Les avantages des énergies renouvelables

Les énergies renouvelables présentent une multitude d’avantages, tant sur le plan environnemental qu’économique :

- **Réduction des émissions de gaz à effet de serre :** L'un des principaux avantages des énergies renouvelables est leur capacité à réduire les émissions de gaz à effet de serre, ce qui est essentiel pour lutter contre le changement climatique. Contrairement aux combustibles fossiles, les énergies renouvelables ne

produisent pas de dioxyde de carbone (CO_2) lorsqu'elles sont utilisées pour générer de l'énergie.

- **Sécurité énergétique :** Les énergies renouvelables contribuent à la diversification des sources d'énergie, ce qui augmente la sécurité énergétique des pays. En produisant leur propre énergie à partir de sources locales et renouvelables, les pays peuvent réduire leur dépendance vis-à-vis des importations d’énergie, qui sont souvent soumises à des fluctuations géopolitiques.
- **Création d'emplois :** Le secteur des énergies renouvelables a également un impact positif sur l’emploi. Le développement de nouvelles technologies, la construction d’infrastructures et l’entretien des installations créent des milliers d'emplois à travers le monde. En 2024, on estime que des millions de personnes travaillent dans l'industrie des énergies renouvelables, un chiffre qui ne cesse d'augmenter.
- **Soutenabilité à long terme :** Les énergies renouvelables sont par définition inépuisables. Contrairement aux ressources fossiles, elles ne se tarissent pas et permettent de produire de l’énergie de manière durable, ce qui en fait une solution idéale à long terme pour répondre aux besoins mondiaux d’énergie.

Les défis et inconvénients

Malgré leurs nombreux avantages, les énergies renouvelables ne sont pas sans défis :

- **Intermittence :** L’une des principales limitations des énergies renouvelables réside dans leur intermittence. Par exemple, l’énergie solaire n’est disponible que lorsqu’il y a du soleil, et l’énergie éolienne dépend des conditions météorologiques. Même si les avancées dans le stockage de l'énergie aident à surmonter cette contrainte, l'intermittence demeure un défi technique et économique.
- **Coûts initiaux élevés :** Bien que les coûts d’exploitation des énergies renouvelables aient considérablement baissé, les investissements initiaux pour les infrastructures sont souvent élevés. Cela peut être un obstacle pour les petites entreprises et les pays en développement, qui ne disposent pas toujours des ressources nécessaires pour financer ces projets.
- **Utilisation de terres et d'espaces :** Les grandes installations solaires ou éoliennes nécessitent de vastes terrains, ce qui peut entraîner des conflits d’usage avec l’agriculture, la biodiversité ou les communautés locales. Les impacts environnementaux de la construction d’installations doivent également être pris en compte, même si ces impacts sont beaucoup plus faibles que ceux des énergies fossiles.

- **Dépendance à des matériaux rares :** Les technologies des énergies renouvelables, en particulier les panneaux solaires et les batteries, dépendent de matériaux rares comme le lithium, le cobalt ou le nickel. L’extraction de ces matériaux pose des défis environnementaux et sociaux, notamment en termes de conditions de travail dans les pays producteurs.

Conclusion

Les énergies renouvelables sont au cœur de la transition énergétique et, en 2024, elles continuent de se développer à un rythme rapide, avec des progrès technologiques, une baisse des coûts et des investissements publics accrus.

Cependant, des défis persistent, notamment en termes de gestion de l'intermittence, de coûts initiaux et d'impact environnemental des infrastructures.

Malgré cela, les avantages offerts par les énergies renouvelables, tant pour l'environnement que pour l'économie, sont considérables.

À mesure que les technologies continuent de progresser et que la prise de conscience mondiale de l'urgence climatique grandit, il est probable que les énergies renouvelables continueront de croître pour devenir la norme dans la production d’énergie à l’échelle mondiale.

Bilan de l’humanité

Depuis 1979, la banquise arctique a perdu environ 75 % de son volume de glace estivale. Les surfaces gelées en été ont diminué de 13 % par décennie, et l'épaisseur de la glace diminue également chaque année.

À ce rythme, l’Arctique pourrait être totalement dépourvu de glace en été d’ici 2035, une situation jamais vue dans l’histoire humaine récente.

Le Groenland perd environ 280 milliards de tonnes de glace chaque année. Cela représente une élévation du niveau de la mer de 1 millimètre par an.

L’Antarctique perd en moyenne 150 milliards de tonnes de glace chaque année, principalement dans l’Antarctique occidental.

Les différentes populations d’animaux sauvages ont perdu en moyenne 73 % de leurs individus en 50 ans.

Sur les quelque 8 millions d’espèces animales et végétales estimées sur la planète, un million sont menacées d’extinction.

Ce sont 16 425 des 47 282 espèces d’arbres qui sont maintenant menacées d’extinction.

Les zones humides, les plus touchées, ont disparu à 87 % depuis trois siècles.

Environ 75 % de la surface terrestre a été dégradée de manière significative par l’humanité.

Environ 10 millions d’hectares de forêt sont détruits chaque année, une superficie équivalente à celle de l'Islande. Depuis 1990, environ 420 millions d'hectares de forêt ont été perdus, menaçant les habitats naturels et la biodiversité.

La déforestation tropicale seule est responsable d’environ 10 % des émissions de gaz à effet de serre d'origine humaine dans le monde.

Chaque année, environ 8 millions de tonnes de plastique finissent dans les océans, soit l'équivalent d’un camion poubelle par minute.

D’ici 2050, il pourrait y avoir plus de plastique que de poissons dans les océans (en termes de poids) si les tendances actuelles se poursuivent.

La pollution de l'air tue environ 7 millions de personnes par an dans le monde, soit l’équivalent de 13 décès chaque minute.

Plus d’un tiers (34 %) des stocks de poissons mondiaux sont surexploités.

Le nombre de poissons dans les océans a chuté de 50 % en moyenne depuis 1970.

Environ 1000 espèces marines sont aujourd’hui menacées d’extinction, principalement en raison de la pollution, du changement climatique et de la pêche illégale.

Les écosystèmes de coraux, qui abritent environ 25 % des espèces marines, pourraient disparaître presque entièrement d’ici 2050.

Références et rapports scientifiques :

1. **GIEC (IPCC)**. (2021). *Sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/
2. **WWF France**. (2024). *Planète Vivante 2024 - Rapport sur l'état de la biodiversité mondiale*. https://www.wwf.fr/planete-vivante
3. **WWF France**. (2024). *Indice Planète Vivante (IPV)*. https://www.wwf.fr/indice-planete-vivante
4. **Copernicus Climate Change Service** (C3S). (2024). *Copernicus Earth Observation: World and European Climate Summary 2023*. https://climate.copernicus.eu
5. **Copernicus Climate Change Service** (C3S). (2024). *C3S Seasonal Lookback: Summer 2024 - Temperature and Extreme Heat in Europe*. https://climate.copernicus.eu/c3s-seasonal-lookback-summer-2024
6. **European Centre for Medium-Range Weather Forecasts** (ECMWF). (2023). *ERA5: Global Climate Reanalysis 1940–Present*. https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets
7. **World Meteorological Organization** (WMO). (2024). *Earth Experiences Warmest Day in Recent History: 22*

July 2024. https://wmo.int/media/news/earth-experiences-warmest-day-recent-history

8. **Rystad Energy 2024** https://www.rystadenergy.com/news/global-recoverable-oil-barrels-demand-electrification

9. **International Energy Agency (IEA)**. *Oil Market Report – December 2024*. Disponible en ligne : https://www.iea.org/reports/oil-market-report-december-2024. Consulté le 6 janvier 2025.

10. **Ministère de la Transition Écologique**. *Émissions de CO_2 hors UTCATF (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie)*. Disponible en ligne : https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-du-climat-2022/6-emissions-de-co2-hors-utcatf. Consulté le 6 janvier 2025.

11. **Wikipédia**. *Pétrole*. Disponible en ligne : https://fr.wikipedia.org/wiki/P%C3%A9trole. Consulté le 6 janvier 2025.

12. **Notre Environnement (Ministère de la Transition Écologique)**. *L'énergie et ses impacts en France*. Disponible en ligne : https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/economie/article/l-energie. Consulté le 6 janvier 2025.

13. **Planète Énergies**. *La production d'électricité et ses émissions de CO_2*. Disponible en ligne :

https://www.planete-energies.com/fr/media/article/production-delectricite-ses-emissions-co2. Consulté le 6 janvier 2025.

14. **Arrhenius S.** (1896). *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*. Philosophical Magazine and Journal of Science.
15. **Callendar G. S.** (1938). *The Artificial Production of Carbon Dioxide and Its Influence on Temperature*. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society.
16. **Keeling C. D.** (1960). *The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere*. Tellus.
17. **Rapport du GIEC** (1988-2021). *Rapports d'évaluation sur les changements climatiques*.
18. **Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques** (1992).
19. **Accord de Paris** (2015). *United Nations Framework Convention on Climate Change*.
20. **Club de Rome** (1972). *The Limits to Growth*.
21. **Arrhenius S.** (1896). *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground*. Philosophical Magazine and Journal of Science.
22. **Milankovitch M.** (1941). *Canon of Insolation and the Ice-Age Problem*.
23. **Keeling C. D.** (1960). *The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere*. Tellus.

24. **GIEC** (2021). *Sixième rapport d’évaluation sur les changements climatiques*.
25. **Hansen J. et al.** (1981). *Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide*. Science.
26. **IPCC** (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.
27. **GIEC** (2021). *Sixième Rapport d'Évaluation : Changement Climatique 2021 - Bases Physiques*.
28. **Agence Internationale de l'Énergie** (AIE). *Global Energy Review 2023*.
29. **Global Carbon Project** (2023). *Global Carbon Budget 2023*.
30. **World Resources Institute** (WRI). *CAIT Climate Data Explorer*.
31. **United Nations Framework Convention on Climate Change** (UNFCCC). *Emissions Gap Report 2022*.
32. **Stern, N**. (2006). *Stern Review on the Economics of Climate Change*. UK Treasury.
33. **IPCC (**2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.
34. **Banque mondiale** (2022). *Climate Change and Economic Impacts*.
35. **Swiss Re Institute** (2021). *The Economics of Climate Change*.
36. **NOAA** (2022). *Billion-Dollar Weather and Climate Disasters*.

37. **FAO** (2021). *Climate Change and Food Security*.
38. **OIT** (2018). *World Employment and Social Outlook 2018: Greening with Jobs*.
39. **PNUE** (2019). *Adaptation Gap Report*.
40. **IPCC** (2021). *Sixth Assessment Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
41. **Rahmstorf, S. et al.** (2021). "The Atlantic Meridional Overturning Circulation and Its Decline in Recent Decades." *Nature Climate Change*.
42. **Broecker, W. S.** (1997). "Thermohaline Circulation, the Achilles Heel of Our Climate System: Will Man-Made CO2 Upset the Current Balance?" *Science*.
43. **WWF France** (2024). *Planète Vivante 2024*. Rapport sur la biodiversité et le climat
44. **Rapport du GIEC (IPCC, 2021)** : Informations issues du sixième rapport d'évaluation concernant les impacts du réchauffement climatique sur l'Arctique et les prévisions pour la glace de mer IPCC Sixth Assessment Report (AR6)
45. **Nature Communications (2023)** : Études sur les modèles climatiques prédisant la fonte complète de l'Arctique en été sous divers scénarios d'émissions.
46. **National Snow and Ice Data Center (NSIDC, 2022)** : Analyse des tendances actuelles de la banquise arctique,

données satellitaires, et points de basculement. NSIDC Official Site

47. **Rapport Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP, 2021)** : Données spécifiques sur le réchauffement de l’Arctique et ses conséquences écologiques et sociales. AMAP Arctic Reports

48. **Organisation Météorologique Mondiale** (OMM), 2023, rapport sur les tendances climatiques mondiales.

49. **National Oceanic and Atmospheric Administration** (NOAA), 2023, rapport sur les records de températures estivales.
50. **Wikipedia**, 2024, Changement climatique dans l'Arctique.
51. **Le Monde**, 2024, "L'Antarctique verdit sous l'effet du réchauffement climatique."
52. **Le Monde**, 2024, "En plein hiver austral, l'Antarctique subit une « vague de chaleur »."

53. **Schuur, E. A. G., et al**. (2015). *Climate change and the permafrost carbon feedback*. Nature, 520(7546), 171–179. DOI:10.1038/nature14338

54. **Natali, S. M., et al.** (2019). *Permafrost carbon feedbacks threaten global climate goals*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(21), 10242-10246. DOI:10.1073/pnas.1906499116

55. **Nobre, C. A., et al.** (2016). *Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel*

sustainable development paradigm. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(39), 10759-10768. DOI:10.1073/pnas.1605516113

56. **Lovejoy, T. E., & Nobre, C.** (2018). *Amazon tipping point*. Science Advances, 4(2), eaat2340. DOI:10.1126/sciadv.aat2340
57. **IPCC** (2021). *Sixth Assessment Report: The Physical Science Basis*. Chapter 9: Ocean, Cryosphere, and Sea Level Change. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/
58. **Rignot, E., et al.** (2019). *Four decades of Antarctic Ice Sheet mass balance from 1979–2017*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(4), 1095-1103. DOI:10.1073/pnas.1812883116
59. **Steffen, W., et al.** (2018). *Trajectories of the Earth System in the Anthropocene*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 115(33), 8252-8259. DOI:10.1073/pnas.1810141115
60. **Lenton, T. M., et al.** (2019). *Climate tipping points—too risky to bet against*. Nature, 575(7784), 592-595. DOI:10.1038/d41586-019-03595-0
61. **UNFCCC** (2015). *Paris Agreement*. https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement
62. **Rogelj, J., et al.** (2016). *Paris Agreement climate proposals need a boost to keep warming well below 2*

°C. Nature, 534(7609), 631-639. DOI:10.1038/nature18307

63. **Cardinale, B. J., et al.** (2012). *Biodiversity loss and its impact on humanity*. Nature, 486(7401), 59-67. DOI:10.1038/nature11148

64. **Diaz, S., et al.** (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. IPBES. https://ipbes.net/global-assessment

65. **Tollefson, J.** (2019). *Can the world's ecosystems be saved?* Nature, 574(7776), 161-164. DOI:10.1038/d41586-019-03072-1

66. **WHO** (2020). *Biodiversity and Health*. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/biodiversity-and-health

67. **IPCC** (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

68. **Bowman, D. M. J. S., et al.** (2020). *Wildfires: Understanding the Context of the Burning Issue*. Nature Reviews Earth & Environment, 1(10), 500-515. DOI:10.1038/s43017-020-0085-3

69. **Gatti, L. V., et al.** (2021). *Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change*.

Nature, 595(7867), 388-393. DOI:10.1038/s41586-021-03629-6

70. **IPCC** (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

71. **Institute for Climate and Society** (2020). *Health impacts of wildfire smoke: A review*. https://climatehealthinstitute.org

72. **INPE** (2019). *Annual Report on Amazon Deforestation*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. http://www.inpe.br

73. **Australian Bureau of Statistics** (2021). *Economic impacts of the Black Summer wildfires*. https://www.abs.gov.au

74. **Shepherd, A., et al.** (2018). *Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017*. Nature, 558(7709), 219-222. DOI:10.1038/s41586-018-0179-y

75. **Rignot, E., et al.** (2019). *Four decades of Antarctic Ice Sheet mass balance from 1979–2017*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 116(4), 1095-1103. DOI:10.1073/pnas.1812883116

76. **IPCC** (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the

Sixth Assessment Report.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

77. **Chown, S. L., et al.** (2015). *The changing form of Antarctic biodiversity*. Nature, 522(7557), 431-438. DOI:10.1038/nature14505

78. **Slater, T., et al.** (2021). *Antarctic ice losses track high-end sea-level rise projections*. Geophysical Research Letters, 48(13). DOI:10.1029/2020GL091978

79. **United Nations Environment Programme** (2020). *Global Resources Outlook 2020*. https://www.unep.org

80. **IPCC** (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report.
https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

81. **FAO** (2020). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020*. https://www.fao.org

82. **Antarctic and Southern Ocean Coalition** (2019). *Tourism in Antarctica: Challenges and Opportunities*.
https://www.asoc.org

83. **Poore, J., & Nemecek, T.** (2018). *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers*. Science, 360(6392), 987-992. DOI:10.1126/science.aaq0216

84. **IPCC** (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

85. **International Organization for Migration** (2021). *World Migration Report 2022*. https://www.iom.int/

86. **Royal Society** (2009). *Geoengineering the climate: Science, governance and uncertainty*. https://royalsociety.org/

87. **Munich RE** (2022). *NatCatSERVICE: Natural catastrophes 2021*. https://www.munichre.com/

88. **Climeworks** (2022). *Direct Air Capture: Removing CO2 from the atmosphere*. https://www.climeworks.com/

89. **Rapports de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) –** L'AIE publie régulièrement des rapports sur l'état des énergies renouvelables dans le monde, y compris des analyses détaillées sur les tendances, les technologies et les politiques liées à ces sources d'énergie.

90. **Rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) –** Le GIEC fournit des évaluations exhaustives des impacts du changement climatique, ainsi que des solutions pour y faire face, incluant une forte composante sur les énergies renouvelables.

91. **Publications scientifiques dans des revues spécialisées –** Des revues telles que *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *Energy Policy* et *Nature Energy* publient des articles de recherche sur les

dernières innovations et tendances dans le secteur des énergies renouvelables.

92. **Institutions gouvernementales –** De nombreux gouvernements publient des rapports sur l’état des énergies renouvelables dans leur pays, comme le ministère de l’Énergie aux États-Unis ou le ministère de la Transition énergétique en France.

93. **Entreprises et think tanks spécialisés –** Des entreprises comme *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF), *IRENA* (Agence internationale pour les énergies renouvelables) et *Carbon Tracker* publient des études et analyses qui fournissent des informations récentes sur les coûts, les technologies et les politiques des énergies renouvelables.

94. **Livres blancs et documents de politique –** Des organisations comme *The World Energy Council* ou des groupes de réflexion comme *The Rocky Mountain Institute* publient des analyses de haut niveau sur les enjeux des énergies renouvelables à l’échelle mondiale.

95. **World Resources Institute** (WRI), "Aqueduct: Water Risk Atlas," 2024.

96. F**ood and Agriculture Organization** (FAO), "State of the World’s Land and Water Resources for Food and Agriculture," 2024.

97. **International Crisis Group**, "Water Wars: Geopolitical Implications of Global Water Scarcity," 2024.

98.**Institute for Economics and Peace**, "Global Peace Index," 2024.
99.**United Nations Environment Programme** (UNEP), "The Role of Water in Global Conflicts," 2024.
100.**G7**, "Critical Mineral Supply Chains," 2024.
101.**Bank of America Merrill Lynch**, "Lithium, Cobalt and the Green Energy Transition," 2024.

102.**Danish Meteorological Institute** https://ocean.dmi.dk/arctic/icethickness/thk.uk.php

103.**National Snow and Ice Data Center** https://nsidc.org/sea-ice-today/sea-ice-tools/charctic-interactive-sea-ice-graph

104.https://www.drivingeco.com/china-presenta-tren-mas-rapido-mundo-450-kmh-gracias-tecnologia-next-gen/

105.https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/2024-12-08/rechauffement-climatique/l-annee-2024-sera-la-premiere-au-dessus-du-seuil-de-1-5-c.php

106.**GIEC** (2023). *Rapport d'évaluation sur le changement climatique*.

107.**Hoegh-Guldberg, O. et al.** (2018). "Impacts of 1.5°C Global Warming on Natural and Human Systems". *Nature Climate Change*.
108.**IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere** (2019).
109.**NOAA** (2023). *State of the Climate: Global Oceans*.

110. **Copernicus Marine Service** (2024). "Global Ocean Observations and Predictions".
111. **Diaz, R. J., & Rosenberg, R**. (2008). "Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems". *Science*.
112. **Doney, S. C.** (2006). "The Dangers of Ocean Acidification". *Scientific American*.
113. **Nature communications**
114. **Prof. Eliot Jacobson**
115. **NASA https://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/?intent=121**
116. **Copernicus https://pulse.climate.copernicus.eu/**
117. **https://www.rawpixel.com/image/6037353/photo-image-public-domain-free**

Description de l'auteur pour le livre

Michaël Bégin est un concepteur et vulgarisateur scientifique passionné, dédié à la sensibilisation sur les enjeux environnementaux et médicaux. Fondateur de l'encyclopédie médicale *Unesante.com*, il utilise ses connaissances approfondies et ses compétences en communication pour rendre accessible des sujets complexes tels que le changement climatique et la biodiversité. Auteur prolifique, il s'appuie sur des données scientifiques rigoureuses, des rapports internationaux et des logiciels libres pour produire des ouvrages engagés et accessibles.

Ce livre reflète son engagement pour un avenir durable et son désir de mobiliser une conscience collective face à la crise climatique. Michaël Bégin dédie son travail à tous ceux qui, avec courage et lucidité, œuvrent pour protéger la planète et les générations futures.

Pour en savoir plus sur ses travaux, vous pouvez visiter :

https://www.unesante.com
https://guerir.unesante.com
https://climat.unesante.com
https://tv.unesante.com
https://blog.unesante.com
https://nouvelle.unesante.com
https://signedevie.unesante.com
https://sos.unesante.com
https://sudoku.unesante.com
https://petrole.unesante.com
https://ecriture.unesante.com

Voici les livres qu’il a écrit :

'La bible médicale'

'Le combat contre le cancer'

'Le pouvoir des plantes'

'Les bouleversements du climat et de la nature'

'Les classes des médicaments'

'Les dérèglements irréversibles du climat et de la nature'

'Les infections'

'Les infections sexuellement transmissibles'

'Les maladies cutanées'

'Les maladies du pied'

'Les maladies du système immunitaire'

'Les maladies et troubles gastro-intestinaux'

'Les maladies musculo-squelettiques et rhumatologiques'

'Les maladies ORL et des yeux'

'Les maladies pulmonaires'

'Les maladies rares'

'Les maladies rénales et urinaires'

'Les troubles cardiaques'

'Les troubles du système reproducteur'

'Les troubles hormonaux'

'Les troubles mentaux'

'Les troubles neurologiques'

'Pathologies de la coagulation et des thromboses'

'Vie artificielle'



Depuis des décennies, l'humanité est témoin de changements spectaculaires qui bouleversent notre planète. La fonte accélérée des glaciers, la montée des eaux, la disparition des écosystèmes, les incendies ravageurs et les vagues de chaleur extrême ne sont que quelques exemples des signes alarmants d'un climat en crise. Mais les dérèglements climatiques ne s'arrêtent pas là : ils s'entrelacent avec la destruction de la biodiversité, provoquant un effondrement silencieux mais dévastateur des équilibres naturels qui soutiennent la vie sur Terre.

Dans Les dérèglements irréversibles du climat et de la nature, cet ouvrage captivant et documenté explore les causes profondes de ces bouleversements et leurs conséquences à long terme pour notre monde. En s'appuyant sur les derniers rapports scientifiques, notamment ceux du GIEC et des ONG environnementales comme le WWF, l'auteur décrypte avec clarté et précision les impacts humains, économiques et écologiques d'une planète en pleine mutation.

Ce livre ne se contente pas d'exposer les faits : il invite aussi à la réflexion. Sommes-nous encore en mesure d'inverser ces tendances ? Quels choix devons-nous faire pour limiter les dégâts et protéger ce qu'il reste de notre patrimoine naturel ?

Un appel urgent à l'action et à la prise de conscience, Les dérèglements irréversibles du climat et de la nature s'adresse à tous ceux qui veulent comprendre et agir pour un avenir meilleur.

Michaël Bégin